

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ



STUDIJNÍ PROGRAM: N3106 Textilní inženýrství

STUDIJNÍ OBOR: Textilní a oděvní technologie

**NÁVRH PROTOTYPU VÝROBKU - ODĚVNÍHO DOPLŇKU  
V PROGRAMU DESIGNCONCEPT 3D**

THE DESIGN OF PROTOTYPE PRODUCT - THE CLOTHING  
SUPPLEMENT IN THE DESIGNCONCEPT 3D PROGRAM

**Bc. Barbora Kůtová**

**KOD/2012/06/12/MS**

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Renáta Nemčoková

ROZSAH PRÁCE: 61 stran práce a 12 stran příloh

POČET OBRÁZKŮ: 57

POČET TABULEK: 7

POČET PŘÍLOH: 4 (5 tabulek, 16 obrázků, stříhové díly)

### **Prohlášení**

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce, paní ing. Renátě Nemčokové. Velice si vážím cenných rad, které mi paní Nemčoková poskytla a bez kterých by tato práce nevznikla. Také jí děkuji za čas při konzultacích, za její trpělivost a za její profesionální a přátelský přístup.

Díky také patří mé rodině a mým přátelům za jejich podporu. A na konec bych chtěla poděkovat i všem svým vyučujícím, kteří mě během mého studia vedli.

## **ANOTACE**

Tato diplomová práce je zaměřena na tvorbu prototypu oděvního doplňku ve 3D softwaru. Tímto softwarem je DesignConcept od francouzské firmy Lectra.

Teoretická část zahrnuje řešerši zabývající se zpracováním geometrických informací v CAD systémech. Dále jsou zde objasněny některé pojmy související právě s CAD systémy. Tato část tedy vysvětluje, co znamená samotné slovo CAD, co se skrývá pod geometrickou informací a jak se tato informace tvoří. Této tvorbě informací se věnuje modelování těles, které je zahrnuto v řešerši.

Cílem praktické, tzv. experimentální, části je pak vytvoření oděvního doplňku v daném 3D programu. Je zde zdokumentována cesta od nakresleného návrhu na papíře až po realizaci v podobě papírového modelu. Jinak řečeno - na počátku byl návrh, který se zkonstruoval v programu. Tento 3D návrh se poté převedl pomocí rozvinutí do formy stříhových dílů, které se importovaly do AutoCadu a z AutoCadu se vytiskly na plottru v měřítku 1:1. Tyto vytištěné díly posloužily k sestavení reálného papírového modelu. Nakonec byla softwarem provedena simulace textury materiálu a následná vizualizace.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Geometrické informace

CAD systémy

DesignConcept

Booleovské operace

B-spline křivky, rozvinování

Simulace materiálu

## **ANNOTATION**

This diploma thesis focuses on the creation of a clothing accessory in a 3D software. The aforementioned software is DesignConcept by the French company Lectra.

The theoretical part of the thesis deals with the background research on dealing with geometrical information in CAD applications. Furthermore, some concepts related to using the CAD software are explained here. That means this part explains what the actual word CAD means, what the notion “geometrical information” means and how such information is created. The creation of this information is governed by the solid modeling, which is included in the research.

The goal of the practical, or so-called “experimental”, part of the thesis is the creation of a clothing accessory in a given 3D software. The whole process, beginning with the sketch on the paper and ending with a paper model, is documented here. To put it in other words, in the beginning there was a concept, which was processed in the software. This 3D design was then developed into shear cut parts, which were imported to AutoCad and finally printed from AutoCad on a plotter in 1:1 ratio. The printed parts were then used to assemble the real paper model. The final part consisted of simulating the material texture in software and then creating the final visualization.

## **KEY WORDS**

Geometric information

CAD systems

DesignConcept

Boolean operations

B-spline curves

Flattening

Simulation of materials

# OBSAH

ÚVOD .....	11
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b>	
<b>1 REŠERŠE ZABÝVAJÍCÍ SE ZPRACOVÁNÍM GEOMETRICKÉ INFORMACE V CAD SYSTÉMECH .....</b>	<b>12</b>
1.1 Geometrické informace .....	12
1.2 CAD systém .....	13
1.3 Zpracování geometrických informací v CAD systémech .....	14
1.3.1 Modelování těles .....	15
1.3.2 Modelování křivek .....	17
1.3.3 Modelování ploch .....	19
<b>2 NÁVRH ODĚVNÍHO DOPLŇKU VE 3D PROGRAMU DESIGNCONCEPT POMOCÍ BOOLEOVSKÝCH OPERACÍ A B-SPLINE KŘIVEK .....</b>	<b>21</b>
2.1 DesignConcept Auto V4R1 .....	21
2.2 Booleovské operace .....	23
2.3 B-spline a Bézierovy křivky .....	23
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b>	
<b>3 TVORBA PROTOTYPU V PROGRAMU DESIGNCONCEPT .....</b>	<b>26</b>
3.1 Postup tvorby základního tvaru FLEXA .....	27
3.1.1 Postup tvorby kapes .....	36
3.1.2 Postup tvorby poklopu .....	40
3.2 Varianty FLEXY .....	44
3.3 Rozvinování a rozvinutí stříhových dílů pomocí softwaru .....	45
3.3.1 Postup k rozvinutí stříhových dílů v softwaru .....	46
3.3.2 Popis stříhových dílů „podvariant“ Flexy 1 .....	48
<b>4 SIMULACE TEXTURY MATERIÁLU V PROGRAMU DESIGNCONCEPT .....</b>	<b>52</b>
4.1 Simulace materiálu v programu .....	52
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>58</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK .....</b>	<b>59</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>61</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

2D	-	dvojdimenzionální, dvourozměrný
3D	-	trojdimenzionální, třírozměrný
atd.	-	a tak dál
apod.	-	a podobně
B-rep	-	Boundary representation, hranové modely
CSG	-	Constructive Solid Geometry, konstrukční model
CAD	-	Computer Aided Design, počítačem podporované navrhování
č.	-	číslo
DC 3D	-	DesignConcept 3D (software)
DXF	-	Drawing Exchange Format, typ souboru
DWG	-	„Drawing“, umožňuje ukládat 2D i 3D data
IGES	-	Initial Graphics Exchange
kap.	-	kapitola
mj.	-	mimo jiné
např.	-	například
Obr.	-	obrázek
podkap	-	podkapitola
.	-	
tab.	-	tabulka
TIF	-	Tagged Image File Format
tzv.	-	takzvaně

## ÚVOD

Tématem této diplomové práce je „Návrh prototypu výrobku – oděvního doplňku v programu DesignConcept 3D“. Toto téma jsem si zvolila z důvodu, že v dnešní široké škále odvětví je dobré umět pracovat v 3D softwaru. Ať už se jedná o DesignConcept, AutoCad, SolidEdge a další. Teoretická část práce je zaměřena na rešerši o geometrických informacích v CAD systémech a o obecném „vzniku“ návrhu prototypu výrobku. V praktické části je pak zdokumentován postup při tvorbě v počítačovém 3D programu DesignConcept právě tohoto prototypu. Výstupem z tvorby je papírový model ve skutečné velikosti (fotodokumentace modelu v Příloze IV.). Papírový model byl vytvořen ze stříhových dílů, které byly importovány do AutoCadu a následně vytisknuty.

3D programy, které jsou součástí CAD systémů, umožňují konstruktérům nahradit rutinní práci. Odpadávají tak hodiny, někdy i týdny příprav rýsováním, zkoumáním vlastností materiálu či zkoumáním výsledné konstrukce. V průmyslovém designu a v projektování produktů se CAD používá nejen pro vytvoření detailních 3D modelů nebo 2D kreseb fyzických součástí, ale je využit napříč celým inženýrským procesem. Počínaje návrhem a náčrtem produktu, kde konstruktér získává možnost vytvořit geometrii objektů přibližující se skutečnosti, přes silovou a dynamickou analýzu daného produktu až po definici výrobních metod. To vše umožňuje projektantovi automaticky i interaktivně analyzovat varianty designu a nalézt tak optimální design pro výrobu s minimálním použitím fyzických prototypů. Výhodou počítačového návrhu je tedy jeho těsná návaznost na následné technologické činnosti a především na jednoduché předávání dat a spolupráci.

Nasazením CAD technologií došlo ke kvalitativnímu posunu v metodice konstruování.



## TEORETICKÁ ČÁST

### 1 REŠERŠE ZABÝVAJÍCÍ SE ZPRACOVÁNÍM GEOMETRICKÉ INFORMACE V CAD SYSTÉMECH

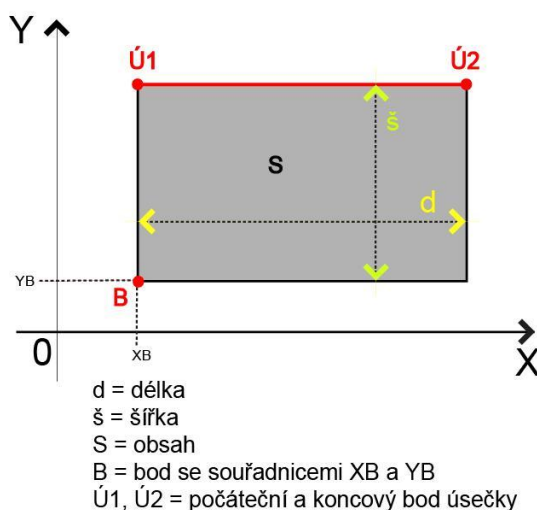
V následujících podkapitolách 1.1 a 1.2 jsou stručně popsány geometrické informace a podáno vysvětlení pojmu CAD systém. Podkapitola 1.3 se zabývá samotnou rešerší na zpracování geometrických informací v CAD systémech.

#### 1.1 Geometrické informace

Geometrické informace nám udávají vlastnosti a vzhled daného tvaru (2D systém – rovinné údaje), daného objektu, modelu (3D systém – prostorové údaje). K materiálovým charakteristikám se v tomto případě nepřihlíží.

- **Rovinné údaje**

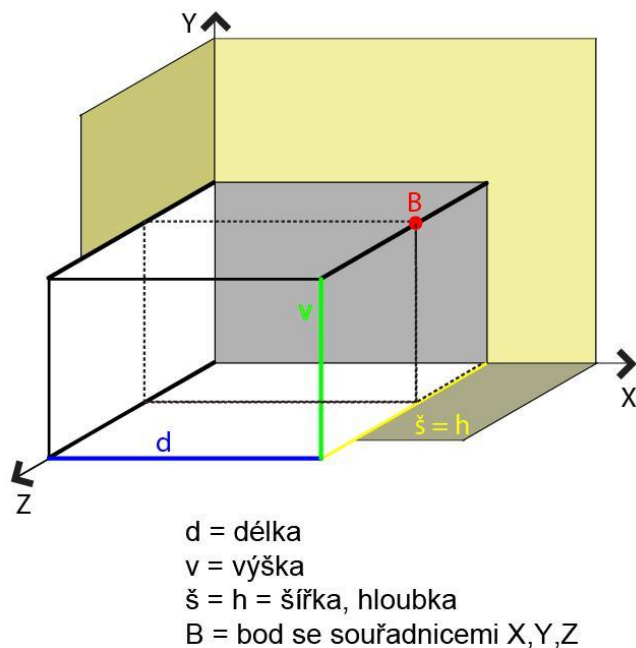
Jako názorný příklad pro objasnění pojmu rovinné údaje nám poslouží obdélník. Představme si obdélník ležící v dvourozměrném souřadnicovém systému XY (Obr. 1). Z jeho umístění lze určit nejen délku a šířku stran, ale i obsah plochy a jeho pozici. Obdélník tedy rozdělíme na základní typy entit, jako je úsečka a bod. Úsečka je dána počátečním a koncovým bodem. Bod je určen souřadnicemi X, Y.



Obr. 1: Rovinné údaje

- **Prostorové údaje**

Pokud přidáme k předchozímu obdélníku třetí rozměr, bude se jednat o trojrozměrný souřadnicový systém XYZ a vznikne tak kvádr (Obr. 2). Tento nově vzniklý objekt nám dá další informace. Lze určit délku, výšku a šířku jeho stěn, obsah jeho pláště, ale i jeho objem. Každý bod a každá úsečka z tohoto objektu je určena souřadnicemi X, Y, Z.



Obr. 2: Prostorové údaje

## 1.2 CAD systém

Všeobecně známý pojem CAD (Computer Aided Design – počítačem podporovaný návrh) zahrnuje mnoho užitečných prostředků (počítačovou grafiku, uživatelský interface, geometrické modelování) pro konstruktérskou praxi. Ovšem ani samotná znalost libovolného CAD systému nám nezaručí, že ten, kdo bude se systémem pracovat, bude dobrým konstruktérem.

CAD systémy umožňují moderní tvorbu výkresové dokumentace, dávají možnost vizualizace konstruktérských představ a myšlenek ve formě digitálních dat, které může následně upravovat a zlepšovat. Protože CAD software nabízí vyšší přesnost, jsou chyby redukovány na minimum. Dále tyto systémy umožňují provádět mnoho

experimentálních změn tvaru objektů k dosažení co nejlepších funkčních či estetických kritérií.<sup>1</sup>

Výhodou CAD systémů jsou nižší náklady na vývoj produktů, zvyšuje se produktivita a dodání na trh je mnohem rychlejší než u klasických metod konstruování. Navíc nám CAD softwary nabízejí snadné a opětovné použití údajů designu, čímž lze modifikovat či vylepšovat předešlé postupy.

V mezinárodní komunitě se vžilo následující vymezení pojmu CAD: „CAD je souborem programových a technických prostředků a metod, pomocí nichž člověk a výpočetní technika vytvářejí tým s cílem, aby dohromady pracovali lépe než každý zvlášť.“<sup>2</sup>

### 1.3 Zpracování geometrických informací v CAD systémech

Základním pilířem všech CAD systémů je počítačová grafika, která pracuje na určitých principech a tyto principy se již několik let nemění. Jediné, co se mění, je technologie, která nám pomáhá tyto principy urychlovat či modernizovat. Proto je jedno, pokud budeme projektovat např. auto, křeslo, letadlo či vidličku. Principy tvorby v počítačové grafice jsou stejné jak pro velké letadlo, tak i pro malou vidličku.

Startovním bodem pro projekty, modely, plánky atd. je výkres, který je ve všech CAD systémech tvořen zejména geometrickými údaji. Proto tento výkres musí být reprezentován souborem (nebo více soubory), který obsahuje mj. souřadnice význačných bodů definujících umístění objektů. Aby bylo možno provádět zvětšení detailů, je nutné, aby byla čísla reprezentující souřadnice uložena jako reálná čísla s vysokou přesností. Tyto informace lze vytvořit pomocí kreslení a modelování (parametrické, pomocí uchopování, pomocí vazeb). A jelikož je tématem této diplomové práce tvorba v 3D programu, následující odstavce jsou určeny především geometrickým informacím v prostorové grafice. (*Prostorová grafika vznikla jako nástroj pomáhající při navrhování výrobků a součástí. Jejím původním cílem bylo vytvoření a zobrazení modelů těles nebo prostorových ploch.*)

---

<sup>1</sup> ŽÁRA, J., LIMPOUCH, A., BENEŠ, B., WERNER, T.: „Počítačová grafika – principy a algoritmy“. Grada a.s., Praha 1992. ISBN: 80-85623-00-5.

<sup>2</sup> JEŽEK, F.: „Numerické a geometrické modelování“, [online]. [cit. 2011-11-10]. Dostupný z WWW: <http://geometrie.kma.zcu.cz/index.php/www/content/view/full/213/>

Z předchozího odstavce víme, že geometrické informace lze vytvořit pomocí modelování. Jde o tzv. modelování těles, křivek a ploch.

### 1.3.1 Modelování těles

*Těleso* je reálný objekt s nejrůznějšími geometrickými a fyzikálními vlastnostmi. *Model tělesa* je pak soubor informací, které definují geometrický objekt, vytvořený z geometrických vlastností modelovaného tělesa. *Informace modelu* tělesa dělíme na geometrii a na topologii modelu.

*Geometrie modelu* jsou informace, které definují tvar a rozměry tělesa a dále jeho umístění v prostoru. Jsou to zpravidla souřadnice vrcholů nebo rovnice ploch, které ohraničují těleso. *Topologie modelu* zahrnuje informace popisující vazby mezi vrcholy, hranami a stěnami tělesa.<sup>3</sup>

#### **TYPY MODELŮ TĚLES:**

##### **a) Hranový, též drátový model (Wireframe)**

Nejjednodušším prostorovým modelem tělesa je hranový model. Obsahuje pouze informace o vrcholech a hranách. Model tělesa tvoří seznam vrcholů (vrchol je označen jménem, ke kterému se pojí souřadnice) a seznam hran (hrana je též označena jménem, ke kterému se pojí informace o krajních vrcholech hrany).

Hranový model je součástí jiných, na informace bohatších modelů. Nelze ovšem řešit např. viditelnost, protože model nemá stěny. Také nemusí jednoznačně definovat těleso. Uživatel může vytvořit takový drátový model, kterému neodpovídá buď žádné skutečné těleso, nebo naopak z něj lze vytvořit několik různých těles.

##### **b) Plošný model**

---

<sup>3</sup> KARGEROVÁ, M., KOPINCOVÁ, E., MERTL, P., NEVRLÁ, K.: „Geometrie a grafika pro CAD.“ Vydavatelství ČVUT, v Praze, 2003. ISBN 80-01-02680-9.

Tento typ modelu obsahuje informace jednoznačně definující objekt, tvořený pláštěm<sup>4</sup> tělesa (jeho vrcholy, hranami a stěnami). Model je bohatší o množinu stěn. Plošný model tělesa tvoří seznam vrcholů, hran a stěn.

Model v CAD systému je používán jako model plochy po její vhodné aproximaci soustavou trojúhelníků nebo čtyřúhelníků.

### **c) Objemové modely (Solid model, Volume model)**

Model tělesa obsahuje informace jednoznačně definující prostor, vyplněný tělesem. Algoritmy nad objemovými modely rozpoznávají hmotu tělesa. Umí rozlišit vnitřní s vnějšími body a body hranice tělesa.

K popisu objemového modelu se používají hraniční, konstrukční a rozkladové modely.<sup>5</sup>

- **HRANIČNÍ MODEL** (*Boundary representation, B – rep.*) – Těleso prezentují popisem hranice.
- **KONSTRUKČNÍ MODEL** (*CSG reprezentace*) – Těleso je reprezentováno popisem jeho konstrukce. Jako základ používá množinu jednoduchých - tzv. *objemových primitiv* - 3D těles (hranoly, kužele, válce), které kombinuje v určité pozici, orientaci a zvětšení pomocí jednoduchých množinových operací (průnik, sjednocení, rozdíl, atd.)<sup>6</sup>
- **ROZKLADOVÉ MODEL** (*dekompoziční reprezentace*) – Reprezentují těleso množinou základních objemových elementů (např. krychlíček).

**Modelování těles** zahrnuje proces tvorby modelu a následně jeho datové struktury. Dále zahrnuje algoritmy, které na daný typ modelu navazují. Mezi tyto algoritmy řadíme různé způsoby vizualizace, modifikace tvaru těles, návrh tělesa, převod jednoho typu modelu na jiný typ. Nejvíce jsou pro modelování používány tři **základní způsoby**

---

<sup>4</sup> K popisu pláště tělesa používáme základní prostorové prvky (body, úsečky, části rovinných ploch, části křivek a obecných ploch) → ŽÁRA, J., BENEŠ, B., FELKEL, P.: „Moderní počítačová grafika“. Computer Press, Praha 1998. ISBN: 80-7226-049-9

<sup>5</sup> KARGEROVÁ, M., KOPINCOVÁ, E., MERTL, P., NEVRLÁ, K.: „Geometrie a grafika pro CAD.“ Vydavatelství ČVUT, v Praze, 2003. ISBN 80-01-02680-9.

<sup>6</sup> ŠONKA, M., HLAVÁČ, V.: „Počítačové vidění.“ Grada a.s., v Praze r. 1992. ISBN 80 -85424-67-3

**popisu:** hraniční reprezentace, konstruktivní geometrie těles a vypočítávání obsazených částí prostoru.<sup>7</sup>

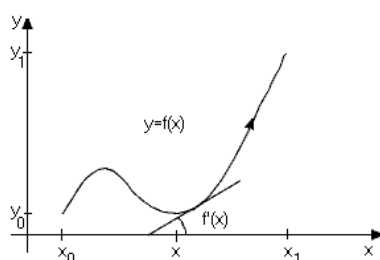
### **Konstruktivní geometrie těles (CSG)**

Tato metoda popisu zahrnuje postupy používané v CAD systémech při modelování složitějších těles. Konstruktor vytváří výsledný objekt z jednoduchých geometrických tvarů. K tomu mu pomáhají množinové operace a prostorové transformace. Základní tělesa se nazývají CSG primitiva. Mezi primitiva řadíme poloprostor, kvádr, kužel, válec, koule apod.<sup>8</sup>

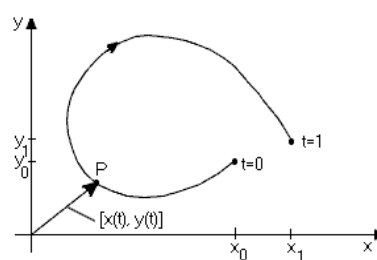
#### **1.3.2 Modelování křivek**

Křivky v počítači představují soustavu parametrů nějaké rovnice, která je posléze generativně zobrazována. Z matematického hlediska lze křivku popsat explicitně, implicitně a parametricky. V počítačové grafice se nejčastěji pro vyjádření křivky používá tvar parametrický.

Explicitně vyjádřená křivka je zadána jako funkce ve tvaru:  $y = f(x)$ . Implicitní zadání má tvar:  $F(x,y) = 0$ . Parametricky vyjádřená křivka má tvar:  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$



a) křivka vyjádřena explicitně



b) křivka vyjádřena parametricky

Obr. 3: Křivky z matematického hlediska<sup>9</sup>

<sup>7</sup> ŽÁRA, J., LIMPOUCH, A., BENEŠ, B., WERNER, T.: „Počítačová grafika – principy a algoritmy“. Grada a.s., Praha 1992. ISBN: 80-85623-00-5

<sup>8</sup> ŽÁRA, J., LIMPOUCH, A., BENEŠ, B., WERNER, T.: „Počítačová grafika – principy a algoritmy“. Grada a.s., Praha 1992. ISBN: 80-85623-00-5

<sup>9</sup> Obrázky dostupné z WWW: < [http://lubovo.misto.cz/\\_MAIL\\_/curves/krivky.html](http://lubovo.misto.cz/_MAIL_/curves/krivky.html)>. [online]. [2012-04-19].

CAD systémy poskytují různé typy křivek počítačové grafiky (free from curves). Celkem se jedná o dvě skupiny křivek: INTERPOLAČNÍ a APROXIMAČNÍ.

### ***Interpolační křivky***

Tento typ křivek se používá pro modelování křivek, které musí procházet danými řídícími body (uzly). V praxi je nejčastější interpolační technikou INTERPOLACE POLYNOMEM (jedním polynomem nebo po částech). Interpolační techniky nacházejí uplatnění spíše v numerické matematice a v matematické statistice. V počítačové grafice se téměř nevyužívají.

### ***Aproximační křivky***

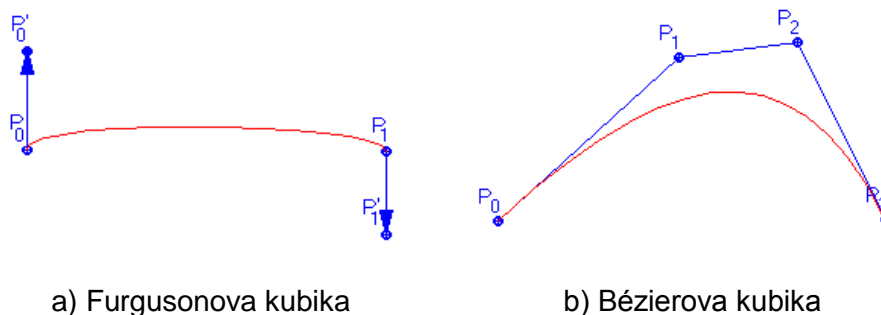
Aproximační křivky se používají pro modelování křivek, které nemusí procházet danými řídícími body. V zásadě existuje dvojí přístup k aproximacím.

První přístup je znám z numerické matematiky. Jeho cílem je smysluplná interpretace vstupních dat. Neměnným základem jsou zadané body a generovaná křivka má pouze informativní charakter. Druhý přístup se naopak používá v počítačové grafice. Smyslem toho to přístupu je generování křivky. Křivka může být řízena body, nebo body a vektory. Pokud je řízena pouze body, hovoříme o tzv. řídícím polygonu.

V počítačové grafice se nejvíce setkáme s aproximací po částech pomocí kubik. Kubiky (Fergusonovy, Bézierovy) jsou křivky generované polynomy třetího řádu. Jejich využití má dva důvody. První důvod je, že kubiky jsou dostatečně „pružnými“ křivkami (dá se jimi vyjádřit téměř vše, co je v praxi potřeba). Druhý důvod je, že stupeň polynomu tři umožňuje velmi rychlý výpočet výsledné křivky (výhodné pro její interaktivní tvorbu).<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> ŽÁRA, J., LIMPOUCH, A., BENEŠ, B., WERNER, T.: „Počítačová grafika – principy a algoritmy“. Grada a.s., Praha 1992. ISBN: 80-85623-00-5



Obr. 4: Používané kubiky v počítačové grafice<sup>11</sup>

### 1.3.3 Modelování ploch

V technické praxi bývají plochy zadávány soustavou rovinných řezů (křivek) nebo sítí řídících (kontrolních) bodů. Ty mohou být výsledkem měření či technických požadavků.

Podobně jako u křivek, hovoříme i u ploch o jejich trojím vyjádření, které může být explicitní, implicitní (pro generativní výpočet ploch nejméně vhodné) a parametrické.

Explicitní: v tomto případě je křivka zadána jako funkce  $f$  dvou parametrů  $x$  a  $y$  ve tvaru

$$z = f(x, y).$$

Implicitní: toto zadání plochy má tvar

$$F(x, y, z) = 0.$$

Parametrické: nejčastěji používané vyjádření plochy pomocí parametrického tvaru

$$x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v).$$

Rozvojem CAD systémů se začaly používat APROXIMAČNÍ a INTERPOLAČNÍ PLOCHY (tzv. free from surfaces) k vytváření povrchů karoserií, trupů lodí a dalších předmětů. CAD systémy poskytují konstruktérovi informace o vlastnostech jím navrhovaných křivek a ploch.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Obrázky dostupné z WWW: <[http://lubovo.misto.cz/\\_MAIL\\_/curves/bezierc.html](http://lubovo.misto.cz/_MAIL_/curves/bezierc.html)> ;  
<[http://lubovo.misto.cz/\\_MAIL\\_/curves/ferguson.html](http://lubovo.misto.cz/_MAIL_/curves/ferguson.html)>. [online]. [2012-04-19].

<sup>12</sup> KARGEROVÁ, M., KOPINCOVÁ, E., MERTL, P., NEVRLÁ, K.: „Geometrie a grafika pro CAD.“ Vydavatelství ČVUT, v Praze, 2003. ISBN 80-01-02680-9.



### ***Interpolační plocha***

Interpolační plochy jsou dány body nebo křivkami, které plocha musí obsahovat.

### ***Aproximační plocha***

Tato plocha je dána sítí řídících bodů, které plocha nemusí obsahovat. Plocha pouze sleduje tvar mnohostěnu vzniklého z řídící sítě. Aproximační plochy umožňují interaktivní práci konstruktéra, okamžitou změnu návrhu podle estetických či technických požadavků.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> KARGEROVÁ, M., KOPINCOVÁ, E., MERTL, P., NEVRLÁ, K.: „Geometrie a grafika pro CAD.“ Vydavatelství ČVUT, v Praze, 2003. ISBN 80-01-02680-9.

## 2 NÁVRH ODĚVNÍHO DOPLŇKU VE 3D PROGRAMU DESIGNCONCEPT POMOCÍ BOOLEOVSKÝCH OPERACÍ A B-SPLINE KŘIVEK

Oděvním doplňkem pro tuto práci byla zvolena taška přes rameno. Jako inspirace pro návrh tohoto doplňku posloužilo staré pouzdro fotoaparátu značky Flexaret. Toto pouzdro bylo vybráno nejen pro svoji jednoduchost, ale i pro nezapomenutelný tvar a vzhled. U návrhu je snaha o zachování právě tohoto tvaru, který je upraven na rozměry běžné tašky, a funkce chránit fotoaparát je nahrazena funkcí praktičtější, a sice „úložnou“ funkcí pro knihy, sešity, notebooky apod. Jinak řečeno - návrh tašky je kombinací tvaru pouzdra a brašny. Na obrázku číslo 5 jsou zobrazeny právě tyto dva zdroje inspirace.



Obr. 5: Zdroje inspirace

Ač je v práci zadáno použití B-spline křivek při návrhu prototypu, bylo použito křivek Bézierových. Ty jsou součástí B-spline křivek, a proto lze úkol považovat za napůl splněný. Navíc návrh neobsahuje žádné složité tvarování, proto byly pro tvorbu zvoleny Bézierovy křivky.

### 2.1 DesignConcept Auto V4R1

Tento software od francouzské firmy LECTRA je určen nejen pro automobilový průmysl. Setkáme se s ním například u výroby stanů, horkovzdušných balonů, nábytku apod. Jeho hlavním cílem je **tvorba prvních prototypů**.

Program DC 3D pracuje pod operačním systémem WINDOWS a je instalován k programu TOP SOLID, který je *asociativní* (přesunutí bodů na SPLINE křivkách bude

přímo aktualizováno v 3D modelu) a také *parametrický* (změna některých hodnot bude mít přímý vliv na 3D model). Jedná se o automatický 3D nástroj.<sup>14</sup> Program umí vytvořit jak 3D model, tak dokáže načíst i nasnímaná data modelu (formát IGES) či importovat data z dalších systémů, které jsou ve formě IGES, PARASOLID, DXF/DWG, CATIA V4.

DesignConcept nabízí mnoho funkcí a možností pro tvorbu modelů. V následující tabulce jsou vypsány dokumenty s krátkým popisem, které program při spuštění nabízí.

NÁZEV DOKUMENTU	STRUČNÝ POPIS DOKUMENTŮ
 3D DESIGN	<p>Tento dokument nabízí tvorbu 3D modelu, vytváření mesh sítě pro následné rozvinutí, umožňuje analyzovat stříhové díly a umožňuje úpravy povrchu, zobrazí výslednou simulaci výrobku.</p> <p><b>Soubory uloženy jako: *.top</b></p>
 2D PATTERN	<p>V této části dochází k rozvinutí námi zvolených dílů. Na hotové díly lze položit materiál, který se promítne na 3D modelu. Také je možnost vytvořit vlastní vzory na daném materiálu. Lze zkoumat mechanické vlastnosti (tažnost, pružnost ...).</p> <p><b>Soubory uloženy jako: *.dft</b></p>
 2D PRODUCT	<p>Zde dochází k tvorbě a přípravě dílů pro řezání a k automatickému polohování.</p> <p><b>Soubory uloženy jako: *.pat</b></p>
 2D DRAFT	<p>Vytváří kompletní technickou dokumentaci prototypu navrhovaného výrobku.</p>

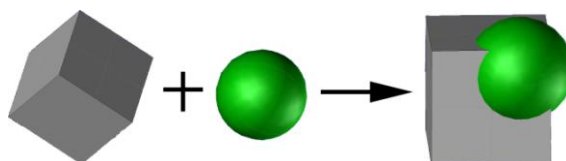
Tab. 1: Typy dokumentů v programu DesignConcept<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Přednáška z předmětu CAD/CAM v oděvní výrobě, [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupná z WWW: <[http://www.kod.tul.cz/predmety/konstrukce/KPC/dokumenty/design\\_condept\\_prednaska\\_2010.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/konstrukce/KPC/dokumenty/design_condept_prednaska_2010.pdf)>

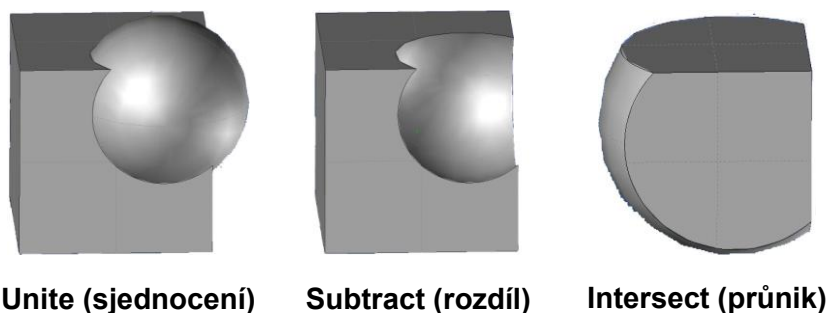
<sup>15</sup> ANGLICKÝ MANUÁL SOFTWARE DESIGNCONCEPT 3D. Nedostupné - součást softwaru *Topsolid HTML HELP*

## 2.2 Booleovské operace

Jméno těmto operacím dal anglický matematik a filozof George Boole. Jedná se o součet a průnik dvou těles nebo o odečtení jednoho tělesa od druhého. Je důležité, aby tělesa měla buď společný objem, či se dotýkala.<sup>16</sup> V programu DesignConcept jsou tyto operace pod názvy UNITE (Sjednocení), SUBTRACT (Rozdíl) a INTERSECT (Průnik). Jako příklad pro ilustraci těchto operací poslouží krychle s koulí (Obr. 6), které procházejí blíže nespecifikovaným bodem. Výsledné tvary procesů sjednocení, rozdílů a průniku dvou zvolených těles jsou znázorněny na obrázku č. 7.



Obr. 6: Vybraná tělesa pro Booleovské operace



Obr. 7: Booleovské operace

## 2.3 B-spline a Bézierovy křivky

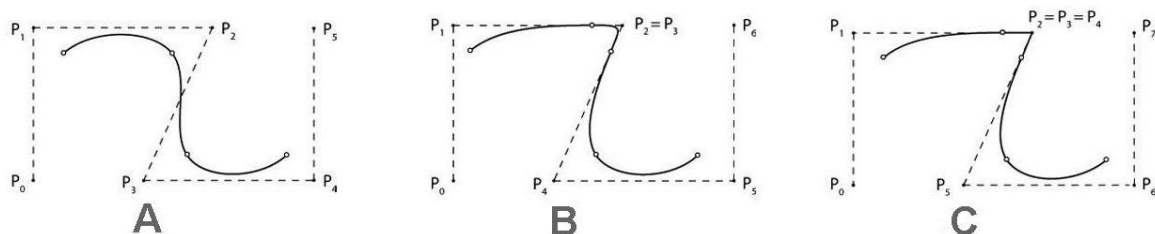
- **B-spline křivky**

Tyto křivky volného tvaru se skládají ze segmentů Bézierových křivek (jsou zobecněním Bézierových křivek) stejného stupně a jsou na sebe napojeny s co nejvyšší třídou spojitosti. Toto spojitě napojení probíhá u B-spline křivek automaticky.

Výhodou těchto křivek je, že mohou mnohem lépe kopírovat řídicí polygon v závislosti na jeho délce a volbě stupně B-spline křivky. Na rozdíl od Bézierových

<sup>16</sup> Dostupné z WWW: <[http://www.varicad.cz/userdata/files/manual/cz/Booleovske\\_operace.htm#JTag41](http://www.varicad.cz/userdata/files/manual/cz/Booleovske_operace.htm#JTag41)> [online]. [cit. 2012-03-03].

křivce je u těchto možné změnou polohy řídícího bodu měnit křivku pouze lokálně a s rostoucím počtem bodů řídícího polygonu neroste nutně stupeň křivky. Křivka se tak nevzdaluje od svého řídícího polygonu. Dále ji lze měnit tak, že některé body v tomto polygonu zopakujeme. Tím dostaneme tzv. *bodů násobné*. Speciálně pro trojnásobný bod bude křivka tímto bodem procházet.



Obr. 8: Příklady B-spline křivek. A) jednoduchá křivka bez násobných bodů; B) křivka má jeden dvojnásobný bod, který k sobě křivku jakoby „přitahuje“; C) Konečně trojnásobným bodem křivka přímo prochází. Trojnásobný bod je tak zároveň uzlovým bodem.<sup>17</sup>

### • Bézierovy křivky

Tyto křivky poprvé zavedli nezávisle po sobě Paul de Casteljau (Citroen, r. 1959) a Pierre Bézier (Renault, r. 1962), po němž nesou samotný název dodnes (to proto, že výsledky své práce mohl publikovat jako první).<sup>18</sup>

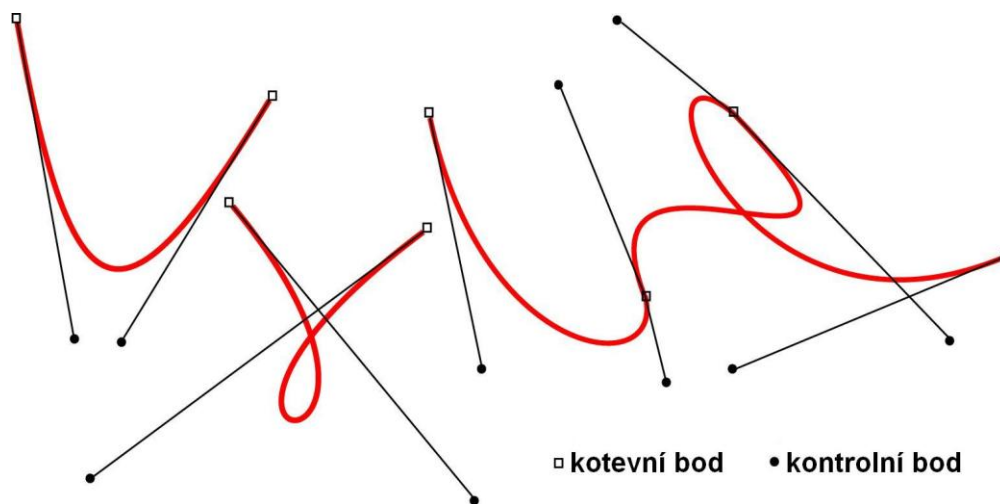
Při klasickém zadávání Bézierových křivek zadává uživatel řídící polygon a program podle jeho požadavků proloží body křivkou patřičného řádu, nebo výslednou křivku složí z křivek řádu nižšího. Při změně tvaru křivky je nutné identifikovat bod a změnit jeho polohu. V rovině se tato změna neprojeví tak jako v trojrozměrném prostoru. V prostoru je identifikace bodu poměrně složitější. Proto se využívá metody, kdy ke každému bodu řídícího polygonu je přiřazeno reálné číslo, jehož změnou se mění tvar křivky.<sup>19</sup> Jinak řečeno, k popisu libovolného úseku křivky stačí uživateli znát

<sup>17</sup> Obrázky dostupné z WWW: <http://herakles.zcu.cz/education/zpg/cviceni.php?no=11#part3>. [online]. [2012-04-19].

<sup>18</sup> Přednáška Křivky volného tvaru 1, předmět Informační a komunikační technologie ve vyučování geometrie. [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z WWW: <http://geometrie.kma.zcu.cz/index.php/www/content/view/full/187/>

<sup>19</sup> ŽÁRA, J., LIMPOUCH, A., BENEŠ, B., WERNER, T.: „Počítačová grafika – principy a algoritmy“. Grada a.s., Praha 1992. ISBN: 80-85623-00-5.

pouze dva krajní tzv. *kotevní body* (definují danou úsečku) a dva tzv. *kontrolní body* (určují vlastní tvar křivky). Spojnice mezi kontrolním a kotevním bodem je tečnou k výsledné křivce. Příklady Bézierových křivek jsou na obrázku č. 9.



Obr. 9: Příklady Bézierových křivek

V počítačové grafice se Bézierovy křivky používají k definování křivek a ploch v rámci CAD, při vektorových grafikách a k popsání písma.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Dostupné z WWW: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Bézierova\\_křivka](http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%A9zierova_k%C4%9Bivka)>. [online]. [cit. 2012-03-03].

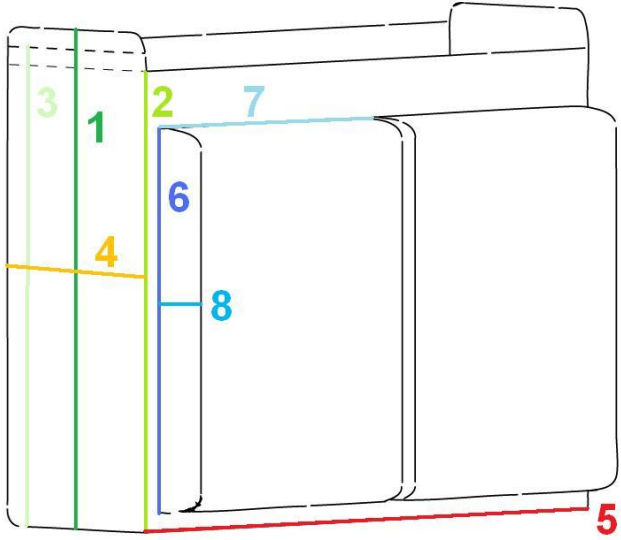
## PRAKTICKÁ ČÁST

### 3 TVORBA PROTOTYPU V PROGRAMU DESIGNCONCEPT

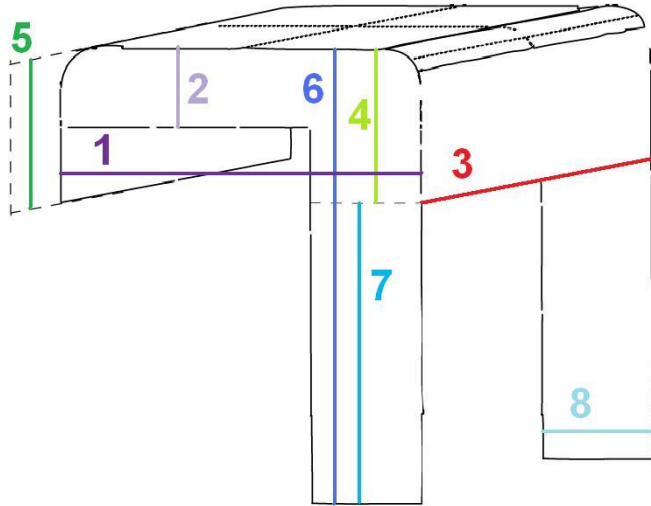
K vytvoření prototypu bylo použito počítačového 3D programu DesignConcept Auto V4R1 on Top Solid, který je po zapůjčení softwarového klíče k dispozici na KATEDŘE ODĚVNICTVÍ. Zhotovené návrhy jsou v měřítku 1:1.

Jak již bylo řečeno v kapitole 2, pro návrh prototypu oděvního doplňku byla zvolena taška přes rameno. Tato taška tedy vychází z již existujícího tvaru pouzdra pro fotoaparát Flexaret.

Před samotným procesem vytvoření návrhu pomocí programu bylo zapotřebí nejprve určit rozměry, od kterých se odvíjel vznik souřadnic bodů, ploch, přímk, křivek. V tabulkách 2 a 3 jsou tyto rozměry vypsány.

ROZMĚRY ZÁKLADNÍHO TVARU A KAPES	
	1 = 260 mm
	2 = 240 mm
	3 = 250 mm
	4 = 100 mm
	5 = 330 mm
	6 = 200 mm
	7 = 150 mm
	8 = 30 mm

Tab. 2: Potřebné rozměry pro základ tašky a kapes

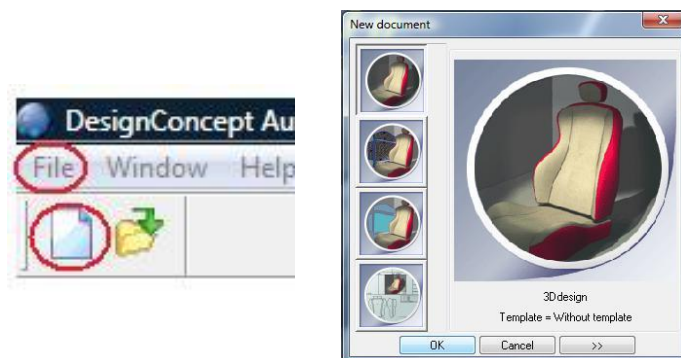
ROZMĚRY PRO POKLOP TAŠKY	
	1 = 101 mm
	2 = 21 mm
	3 = 332 mm
	4 = 41 mm
	5 = 41 mm
	6 = 121 mm
	7 = 80 mm
	8 = 31 mm

Tab. 3: Rozměry pro poklop tašky

### 3.1 Postup tvorby základního tvaru FLEXA

Jméno prototypu Flexa vzniklo zkrácením původního názvu Flexaret. V následujících odstavcích je popsán postup tvorby.


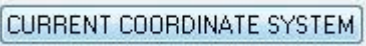

Jako první po otevření programu zvolíme nový dokument. Jsou dvě cesty, jak to udělat. V levém horním rohu klikneme buď na záložku **File / New document**, nebo na ikonu **New** (Obr. 10). Po zvolení nového dokumentu se zobrazí tabulka, kde si vybereme modul 3D design (první ikonka).

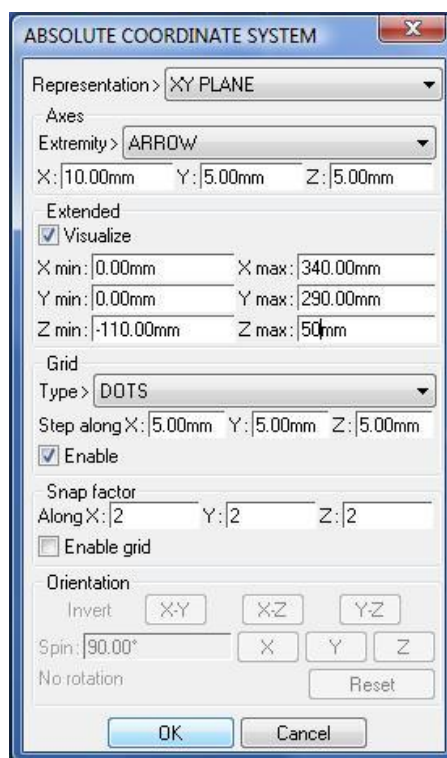


Obr. 10: Otevření nového dokumentu a poté zobrazená tabulka.




Po rozkliknutí tabulky (pomocí >>) je možné tento modul více specifikovat dle našich požadavků. Pro nás je důležité, aby nový dokument byl v **ASSOCIATIVE MODE** (vytvořený model můžeme zpětně modifikovat). Pokud bude v **NO ASSOCIATIVE MODE**, model už zpětně neupravíme. Po potvrzení **OK** se zobrazí pracovní plocha, kterou je potřeba upravit.

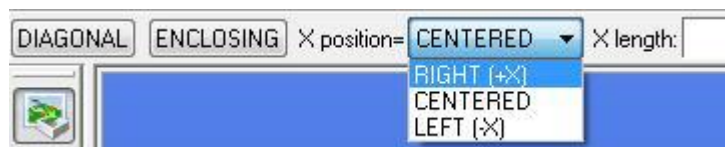
Pracovní plochu si přizpůsobíme pomocí **MODIFY ELEMENT**  a klikneme na **CURRENT COORDINATE SYSTEM** . Zobrazí se tabulka Absolute coordinate system, kterou vyplníme podle obrázku 11 a potvrdíme **OK**, dáme **Fit screen**  (pracovní plocha se přizpůsobí oknu). Z funkce vystoupíme klávesou **Esc**. (U zadávání čísel se desetinná místa oddělují tečkou. Pokud budou odděleny čárkou, program to bude považovat buď za chybu, nebo za 2 různá čísla).



Obr. 11: Absolute coordinate system

Po přizpůsobení můžeme začít tvořit.

1) Nejprve si zvolíme barvu a typ čáry.  Poté ze záložky **CURVE** zvolíme **RECTANGLE**. V otevřené liště (Obr. 12) vybereme u **X position = RIGHT (+X)**, potvrdíme *Entrem* a za **X lenght** dosadíme hodnotu 330 (rozměr číslo 5 z tab. 2, kap. 3), potvrdíme, u **Y position** zvolíme **Above (+Y)** a zadáme velikost **Y lenght** 100 (rozměr číslo 4 z tab. 2, kap. 3). Po potvrzení zadáme souřadnice [0,0] zarovnávacího bodu (**Alignment point**), jako je tomu na obrázku číslo 13.

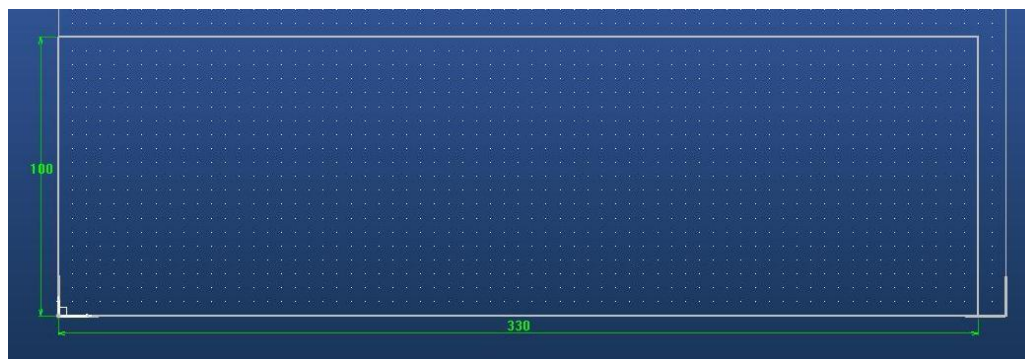


Obr. 12: Lišta pro úpravu obdélníku




Obr. 13: Souřadnice zarovnávacího bodu

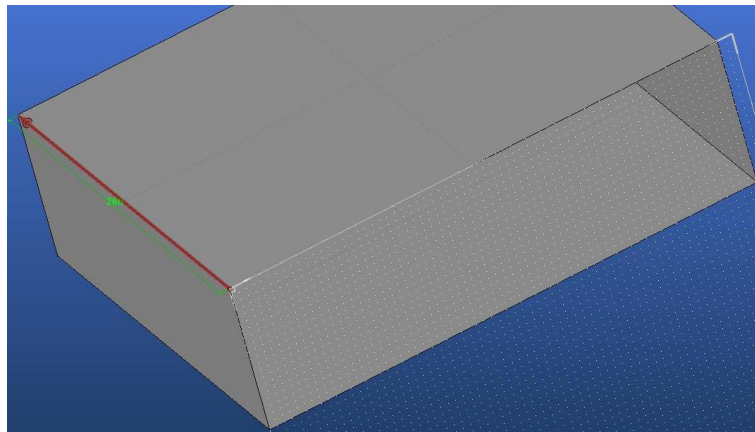
Po zadání všech velikostí a souřadnic zarovnávacího bodu vznikne obdélník o délce 330 mm a šířce 100 mm (Obr. 14).




Obr. 14: Základní tvar

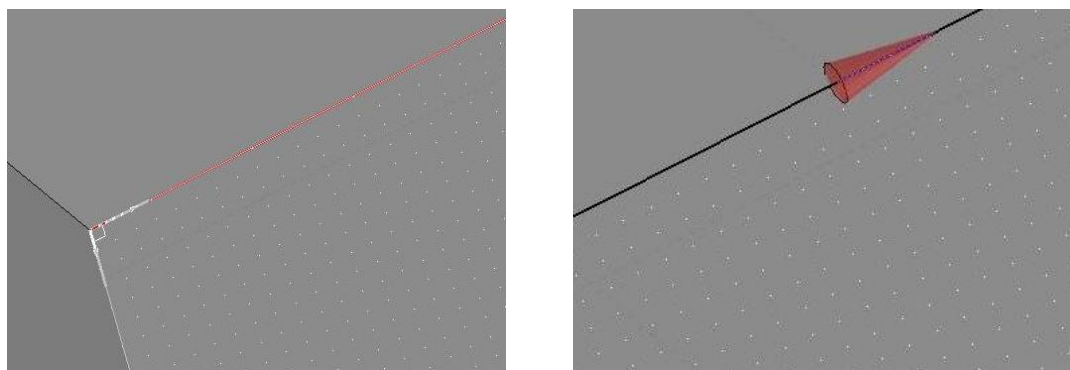
2) Ze vzniklého obdélníku vytvoříme pomocí funkce **EXTRUDED** (záložka **SHAPE**) povrch kváдру. Když je tato funkce zvolena, levým tlačítkem na myši obdélník posunujeme po směru osy Z, tím nám vzniká z rovinného útvaru těleso. Potvrdíme. Výšku tělesa určíme dosazením v příkazovém řádku za **Height**, což je 260 mm

(rozměr číslo 1 z tab. 2, kap. 3), zvolíme  a opět potvrdíme. Vytvoří se dutý kvádr o rozměrech 330 x 260 x 100 mm bez horního a spodního pláště (Obr. 15), spodní se dotvoří v následujícím kroku a horní plášť nebude potřeba.



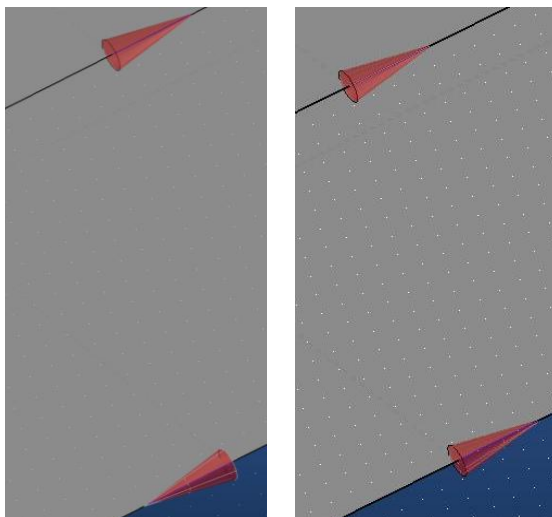
Obr. 15: Funkce Extruded

3) Šedivou barvu nahradíme modrou (blue 12) . Ze záložky **SHAPE** vybereme funkci **LOFT**. Klikneme levým tlačítkem u myši na požadovanou hranu, jak je vidět na obrázku 16 a poté se vytvoří na dané hraně šipka. To samé uděláme na protější hraně.



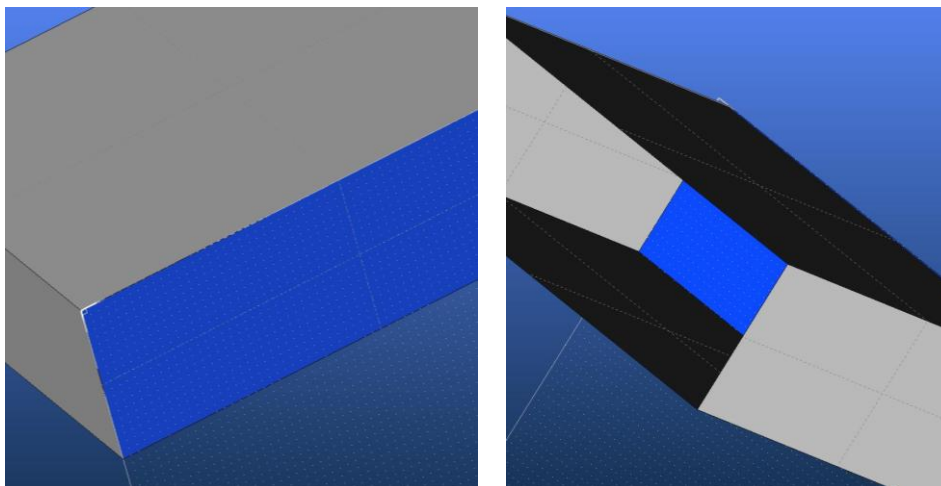
Obr. 16: Funkce Loft

Na obrázku 17 je výsledek těchto označení. Je důležité, aby šipky ukazovaly stejným směrem. Směr šipky změníme kliknutím myši na danou šipku.



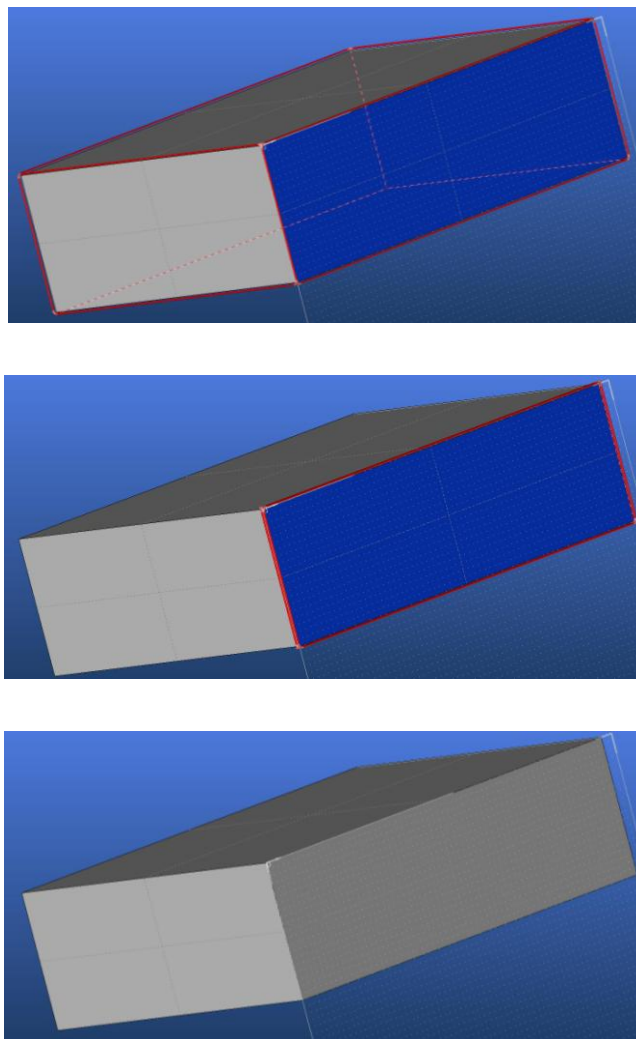
Obr. 17: Směr šipek před a po upravení

Když mají šipky stejný směr, klikneme na **STOP WITH NULL CURVATURE**, otevře se nový příkazový řádek: **OK** Type= **SURFACE TYPE** Matching= **CURVE TO CURVE** a potvrdíme **OK**. Tímto vznikne modrý spodní plášť (Obr. 18). Z funkce vystoupíme klávesou **Esc**.



Obr. 18: Výsledek funkce Loft


**5)** Po vytvoření pláště sjednotíme oba elementy v jeden. K tomuto sjednocení napomůže funkce **UNITE** (záložka **SHAPE**). Označíme první element, poté označíme druhý. Oba elementy se ihned spojí v jedno těleso (tento proces je znázorněn na obrázku 19). Funkci opustíme klávesou **Esc**.

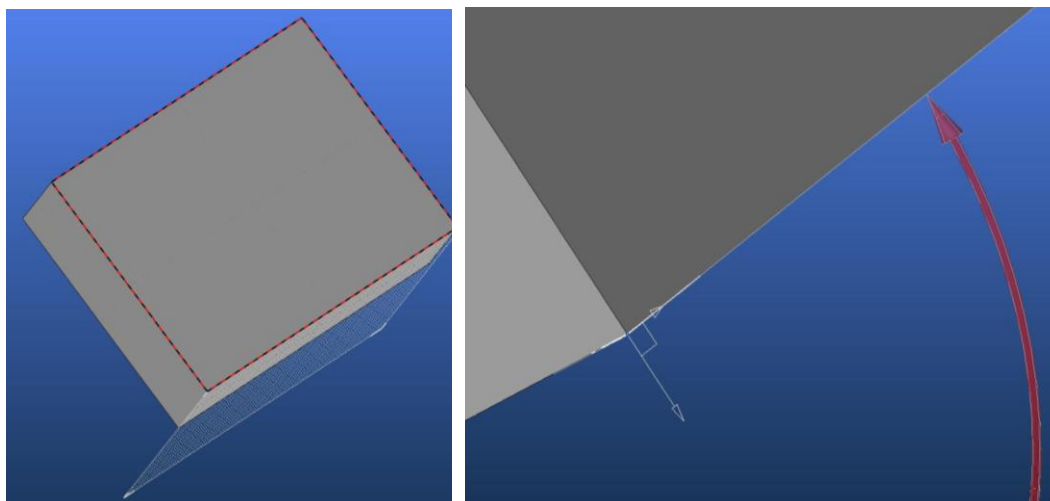


Obr. 19: Postup při sjednocení

6) V tomto kroku změníme pozici souřadnicového systému. V záložce **TOOLS** zvolíme **COORDINATE SYSTEM**. Otevře se následující lišta:



V liště vybereme  (**Coordinate system on face and point** - souřadnicový systém na ploše a bodě). Zvolíme plochu, kde bude nový systém ležet (Obr. 20 a)). Zadáme počátek systému - **Origin point** [0,0] a potvrdíme klávesou **Enter**. Koordinační systém se přesune do nového bodu o souřadnicích [0,0] (Obr. 20 b)).

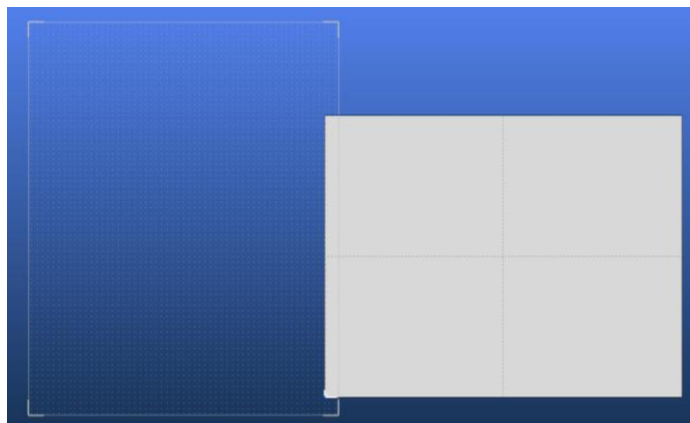


a) Vybraná plocha

b) Koordinační systém v bodě

Obr. 20: Coordinate system on face and point

Kliknutím na červenou šipku upravíme její směr do požadované pozice a zvolíme **Quit**. Poté odklikneme **Set as current, Top view** a nakonec **Fit screen**. Výsledek tohoto postupu je vidět na obr. č. 21.



Obr. 21: Původní koordinační systém

V následujícím bodě budeme ovšem potřebovat boční stranu, proto musíme opět změnit koordinační systém: **TOOLS** → **COORDINATE SYSTEM** → **Coordinate system on face and point** - zvolíme boční stranu – zadáme počátek (**Origin point**) v  $[0,0,-100]$  → **Quit** → **Set as current** → **Top view** → **Esc**.

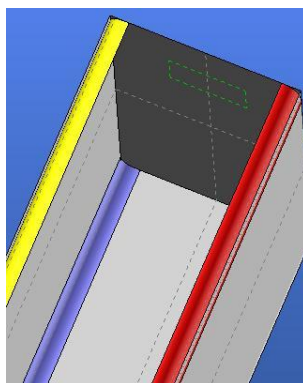
7) Koordinační systém máme připraven dle našich potřeb a nyní budeme dotvarovávat vzniklé těleso. Modrou barvu postupně nahradí červená, žlutá a fialová.

V záložce **CURVE** zvolíme **SPLINES**. Po rozkliknutí políčka TYPE, zvolíme Bezier (Type= **BEZIER** ). Začneme zadávat kontrolní body pomocných křivek (červená, žlutá, fialová). Po určení posledního bodu každé křivky dáme STOP. Souřadnice těchto bodů jsou uvedeny v tab. 4.

	1. křivka	2. křivka	3. křivka
<b>Bod [X, Y, Z]</b>	1 [100,240,0]	1 [0,250,0]	1 [10,0,0]
	2 [100,260,0]	2 [0,260,0]	2 [0,0,0]
	3 [90,260,0]	3 [10,260,0]	3 [0,10,0]

Tab. 4: Souřadnice bodů pomocných křivek

**8)** Z daných křivek pomocí funkce **EXTRUDED** vytvoříme plochy o délce 330 mm (viz Obr. 22). Postupuje se stejně jako v kroku 2).

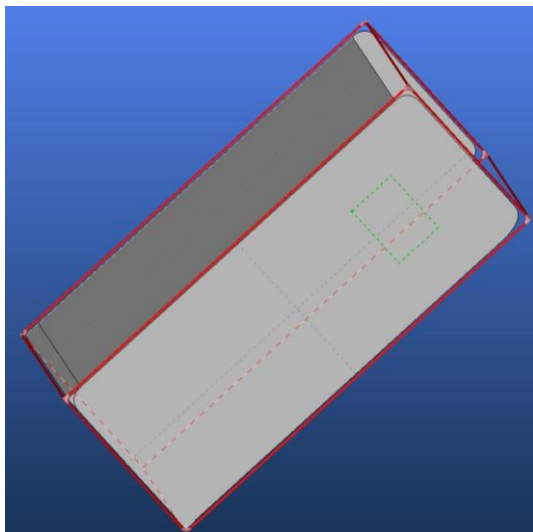


Obr. 22: Plochy z křivek pomocí funkce Extruded

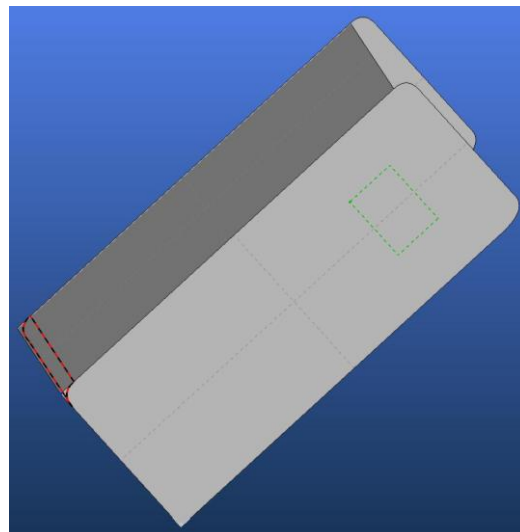
Funkci opustíme klávesou **Esc**.

Nyní ořízneme povrch tělesa plochami, které vznikly z pomocných křivek. K tomu nám poslouží nástroj **TRIM** ze záložky **SHAPE**. Označíme nejprve těleso, poté danou křivku (Obr. 23).





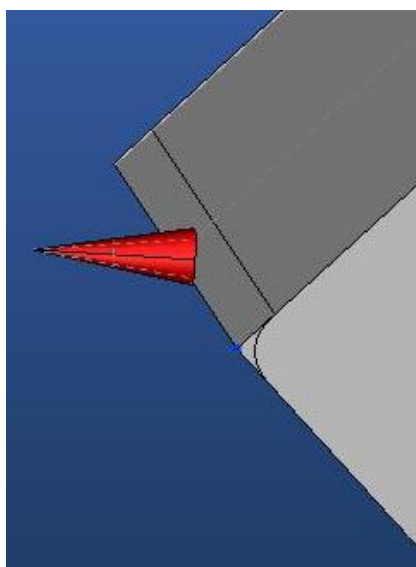
*a) vybrané těleso*



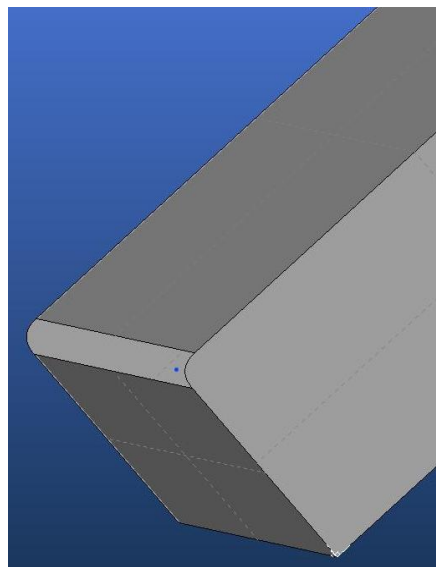
*b) vybraná plocha*

Obr. 23: Postup pro oříznutí

Po označení se zobrazí šipka (Obr. 24 a)), která musí směřovat z tělesa ven. Když šipka směřuje ven, potvrdíme **OK**. Výsledek tohoto procesu je na obrázku 24 b).



*a) šipka směřující od tělesa*



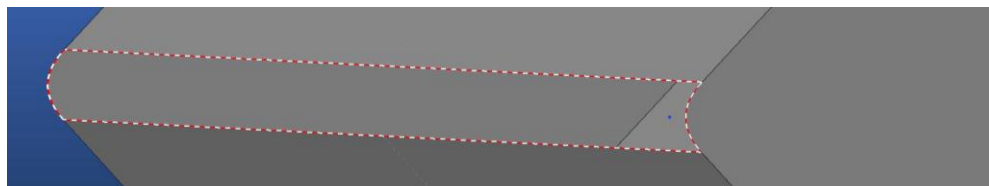
*b) oříznutá plocha*

Obr. 24: Postup pro oříznutí



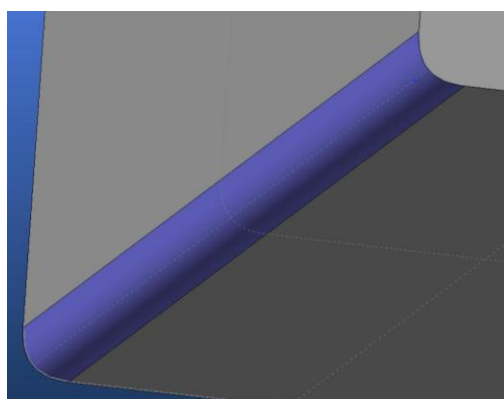
Stejným způsobem pokračujeme u dalších dvou ploch, které jsou vytvořeny z pomocných křivek.

**9)** Po oříznutí se v místě fialové křivky (fialová plocha, spodní část tělesa) vytvořila mezera. Tu doplníme tak, že ze záložky **SHAPE** vybereme funkci **3-4 CURVES** a postupně začneme označovat jednotlivé křivky a přímky, až bude mezera zcela „olemována“, jak je tomu na obrázku 25.

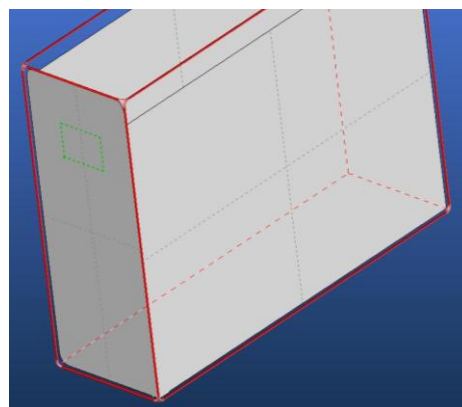


Obr. 25: Funkce 3-4 curves

Po „olemování“ se opět zobrazí šipka. Potvrdíme **OK**, opět se ukáže další šipka, dáme znovu **OK**. Po posledním **OK** se mezera zaplní a vznikne fialová plocha (Obr. 26 a)), která se poté sjednotí, pomocí funkce **UNITE** (záložka **SHAPE**), s šedým tělesem (Obr. 26 b)). Základ modelu máme hotový a můžeme pokračovat s tvorbou kapes a poklopu. U kapes a poklopu je stejný postup jako u základu.



a) zaplněná mezera



b) funkce Unite

Obr. 26: Zaplněná mezera a spojování s šedým tělesem

### 3.1.1 Postup tvorby kapes

Kapsy jsou umístěny na čelní straně již vytvořeného modelu. Proto musíme změnit koordinační systém, aby byl jako na obrázku 21 (podkapitola 3.1, krok 6).

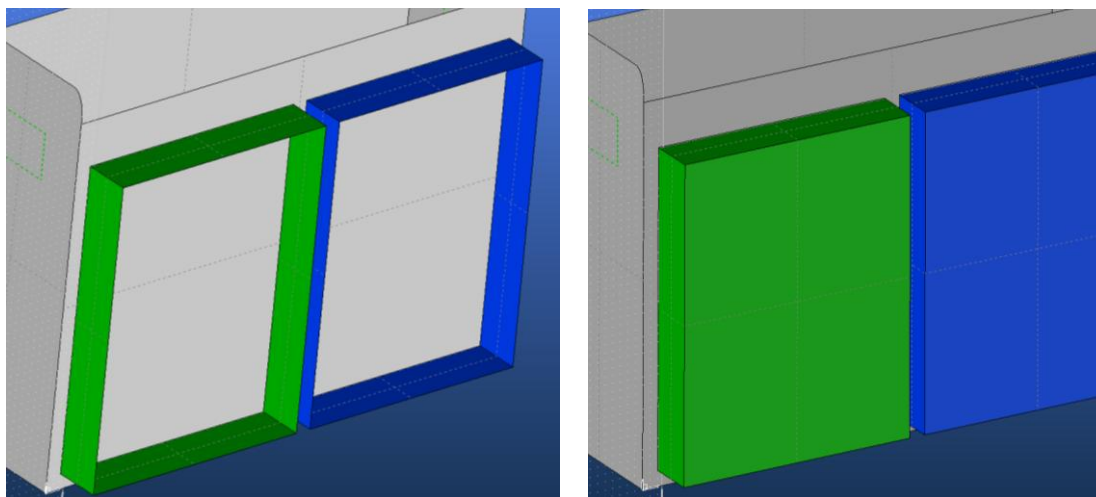
Jelikož jsme nic z modelu neodstraňovali ani nepřesouvali do jiné vrstvy, souřadnicové systémy jsou stále viditelné. Proto zvolíme ze záložky **TOOLS** funkci **COORDINATE SYSTEM** a označíme si koordinační systém, který je znázorněn na obrázku 20b) - podkapitola 3.1, krok 6. Po označení a upravení směru systému šipkou, klikneme na **Set as current** a poté **Top view**.

**1)** Pro lepší orientaci bude mít každá kapsa jinou barvu (zelenou a modrou). Nejprve vybereme zelenou barvu. V záložce **CURVE** zvolíme **RECTANGLE** (podkapitola 3.1, krok 1).

Konečná lišta u zeleného základu kapsy by měla vypadat takto: ***X position*** = RIGHT (+X), ***X lenght*** = 150 mm (rozměr 7 z tab. 2, kap. 3), ***Y position*** = ABOVE (+Y), ***Y lenght*** = 200 mm (rozměr 6 z tab. 2, kap. 3), ***Alignment point*** = [10,10,0].

Zelenou barvu změníme na modrou. Postup je stejný, pouze se změní alignment point. Lišta pro modrou barvu je tedy: ***X position*** = RIGHT (+X), ***X lenght*** = 150 mm, ***Y position*** = ABOVE (+Y), ***Y lenght*** = 200 mm, ***Alignment point*** = [170,10,0].

**2)** Zelený a modrý obdélník vytáhneme do výšky 30 mm pomocí **EXTRUDED** (záložka **SHAPE**, postup jako v podkap. 3.1 – krok 6). Na obrázku 27 a) je znázorněn výsledek funkce Extruded.



a) Extruded

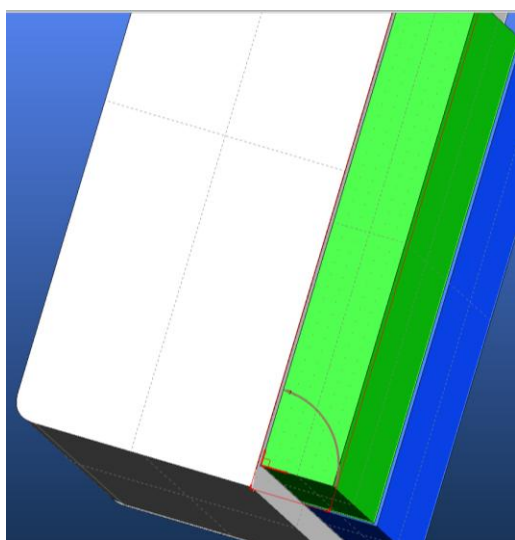
b) Loft

Obr. 27: Výsledky funkcí Extruded a Loft

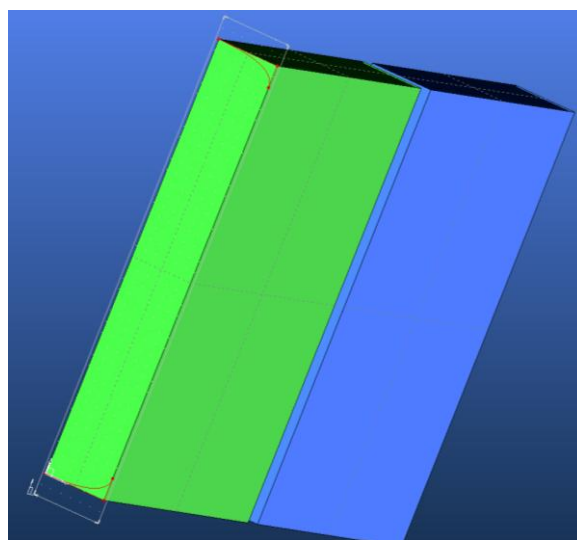
3) Když máme obdélníky vytažené, použijeme opět Funkci **LOFT** (záložka **SHAPE**). Nejprve si označíme jednu ze čtyř hran a poté označíme hranu protější. Další postup je stejný jako v podkapitole 3.1, krok 3. Výsledky této funkce jsou na obr. 27 b).

4) V tomto kroku bude potřeba změnit souřadnicový systém. To provedeme následovně: **TOOLS** → **COORDINATE SYSTEM** → **Coordinate system on face and point** - zvolíme boční stranu zeleného obdélníku – zadáme nový počátek (**Origin point**) v [10,10,0] → **Quit** → **Set as current** → **Top view** → **Esc** (Obr. 28 a)).

Aby se nám v dalším kroku nepletl základní tvar, přesuneme ho do jiné vrstvy. To provedeme tak, že si zvolíme ze záložky **ATTRIBUTE** funkci **LAYER**. Zadáme číslo vrstvy (1 až 9), kam budeme chtít základní tvar přesunout. Klikneme na daný tvar, který se poté označí černě. Přesun potvrdíme kliknutím na STOP. Základní tvar zmizí, jak je tomu na obrázku 28 b).

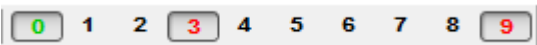


a) nově umístění koordinační systém




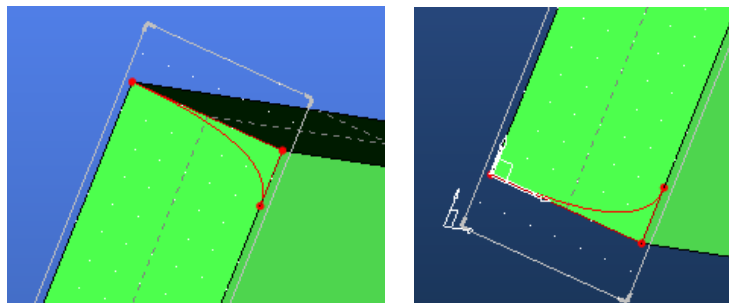
b) zbylé tvary

Obr. 28: Úprava pro krok 5

V této liště  se dají vrstvy aktivovat nebo vypínat. Vrstva 0 je základní (nelze ji vypnout), další aktivované vrstvy jsou 3 a 9.

5) Nyní kapsy dotvarujeme pomocí křivek. Celkem budou dvě křivky. Postup je opět stejný jako u tvorby základního tvaru (podkap. 3.1) v kroku 7. Následující postup je proto popsán ve stručných bodech.

- **CURVE** → **SPLINE** → typ křivky Bezier; zvolíme si tuto barvu  → začneme zadávat body první křivky: 1[0,0,0], 2[30,0,0], 3[30,10,0] → STOP → zadáme body druhé křivky: 1[0,200,0], 2[30,200,0], 3[30,190,0] → STOP; křivky jsou na obrázku 29.

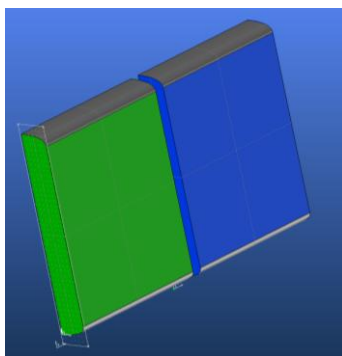


Obr. 29: Bézierovy křivky

Stejným způsobem vytvoříme křivky na druhé kapse. Souřadnice křivek jsou: 1. křivka 1[0,0,-160], 2[30,0,-160], 3[30,10,-160]; 2. křivka 1[0,200,-160], 2[30,200,-160], 3[30,190,-160]. Hodnota souřadnic Z je záporná, jelikož kapsa se nachází v (-Z) kvadrantu.

Dále kapsy ořízneme pomocí funkce **TRIM** (záložka **SHAPE**). Postup popsán v podkapitole 3.1, krok 8 (druhý odstavec).

**6)** Po oříznutí vytvoříme plochy z křivek. K tomu nám poslouží funkce **LOFT** ze záložky **SHAPE** (postup v podkap. 3.1, krok 3). Na obrázku 30 je výsledek této operace.



Obr. 30: Šedé plochy jsou vytvořeny z křivek pomocí funkce Loft

Posledním krokem bude sjednocení kapes. To provedeme pomocí možnosti **UNITE** (záložka **SHAPE**).

### 3.1.2 Postup tvorby poklopu

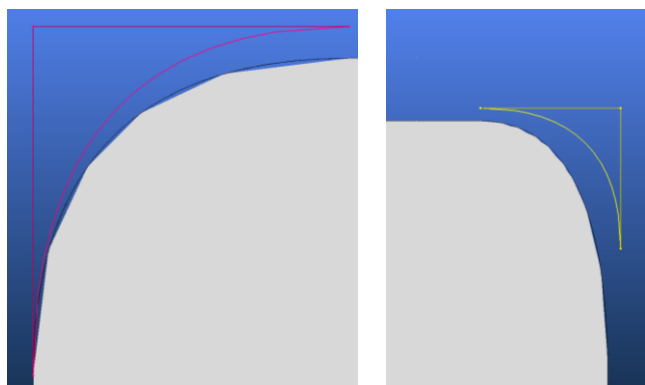
U pouzdra na Flexaret se poklop vyklání směrem dolů (Obr. 31), aby fotoaparát mohl ihned fotit. Poklop u návrhů se otvírá v horní části. Vyklápění by bylo v tomto případě nepraktické.



Obr. 31: Flexaret

1) Nejprve je potřeba přesunout souřadnicový systém boku kapes na boční plochu základního tvaru. Provedeme takto: **TOOLS** → **COORDINATE SYSTEM** → označíme souřadnicový systém, který byl již vytvořen v kroku 6 (poslední odstavec), podkap. 3.1 → **Quit** → **Set as current** → **Top view** → **Esc**.

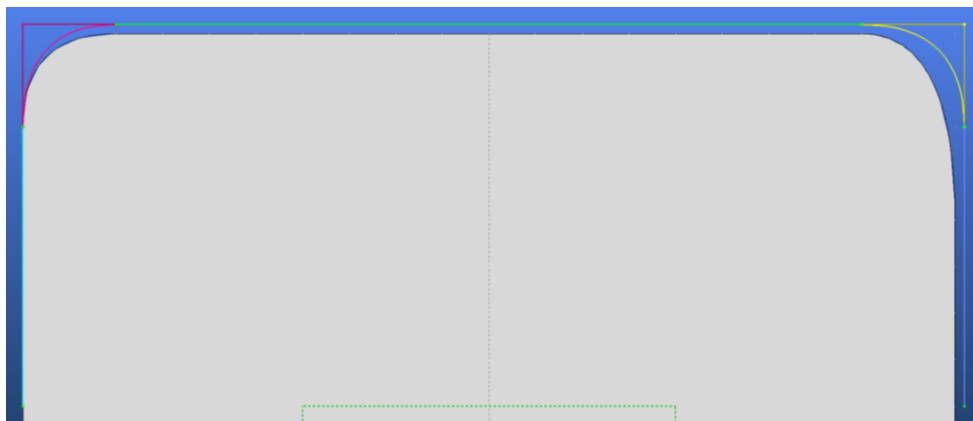
2) **CURVE** → **SPLINE** → typ křivky Bezier; zvolíme si tuto barvu ■ (barva č. 18) → začneme zadávat body první křivky: 1[0,250,1], 2[0,260,1], 3[10,261,1] → STOP → změníme barvu na žlutou ■ → zadáme body druhé křivky: 1[90,261,1], 2[101,261,1], 3[101,250,1] → STOP; křivky jsou na obrázku 32.



Obr. 32: Bézierovy křivky

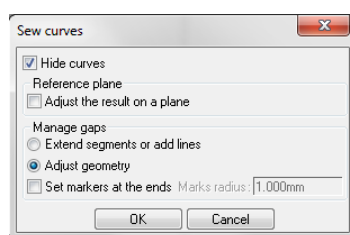
3) Křivky spojíme a prodloužíme přímkami: **CURVE** → **LINE** → zelená spojovací přímka s počátečním bodem [10,261,1] a koncovým bodem [90,261,1] → levá světle modrá přímka s počátkem v [0,220,1] a koncem v [0,250,1] → pravá fialová přímka

s počátkem v [101,250,1] a koncem v [101,220,1]; tyto přímky jsou zobrazeny na obrázku 33.

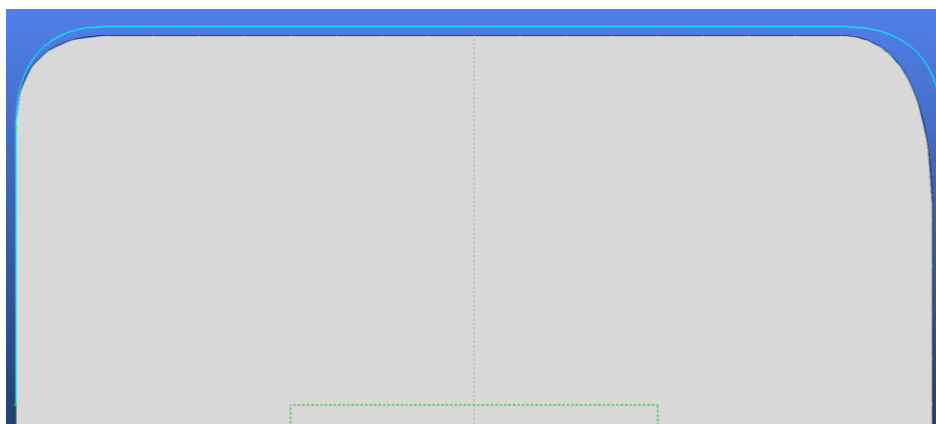


Obr. 33: Prodlužovací a spojovací přímky

4) Přímky sjednotíme s křivkami: **CURVE** → **SEW** → postupně klikneme na přímky a křivky (tak jak jsou za sebou) → potvrdíme OK → vyskočí tabulka (Obr. 34), potvrdím OK, tabulka zmizí a opět potvrdím OK → křivky a přímky jsou sjednoceny (Obr. 35)

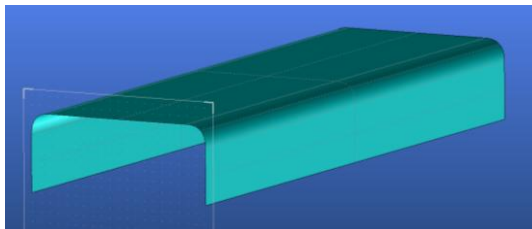


Obr. 34: Sew curves



Obr. 35: Sjednocené přímky a křivky

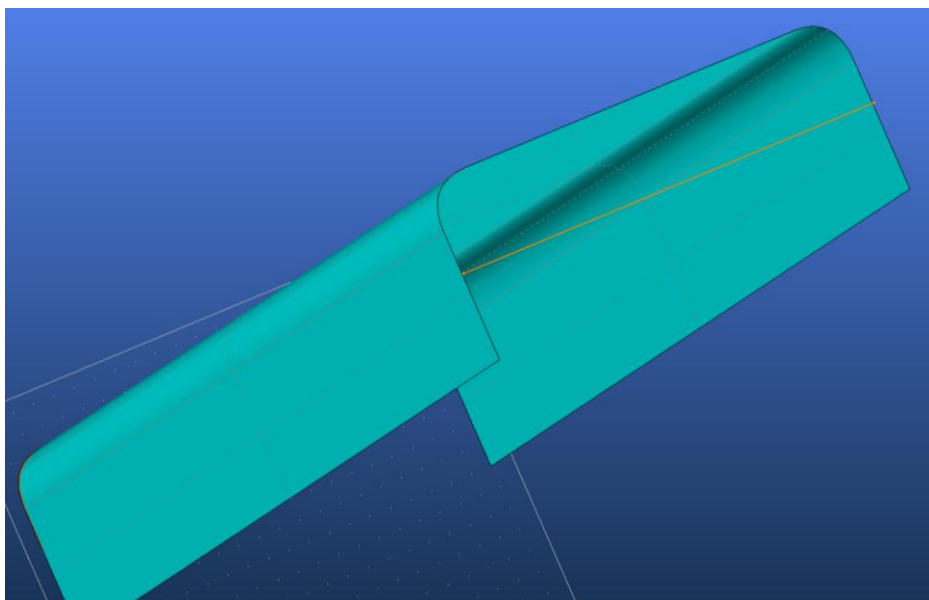
5) Zvolíme záložku **SHAPE** → funkci **EXTRUDED** → délku plochy nastavíme na 332 mm (postup stejný jako v podkap. 3.1, krok 2) – takto vytvořenou plochu lze vidět na obrázku číslo 36.



Obr. 36: Plocha vytvořená z křivky pomocí funkce Extruded

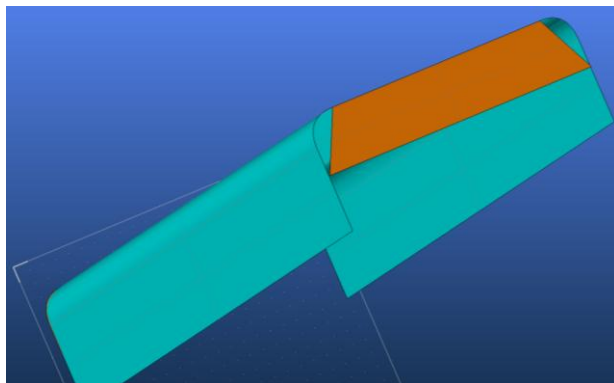
Nyní začneme vytvářet boční plochy.

6) Pomocí **CURVE/CONTOUR** vytvoříme pomocnou přímku oranžové barvy (Obr. 37) se souřadnicemi [0,240,1] a [101,240,1]. To samé provedeme na protější straně, kde souřadnice budou [0,240,-331] a [101,240,-331]. *Za Z je dosazeno záporné číslo, jelikož tato přímka leží v (–Z) kvadrantu. Nejen v tomto případě, ale platí to i pro ostatní operace, je důležité sledovat souřadnicový systém, abychom věděli, v kterém kvadrantu tvoříme či chceme tvořit.*



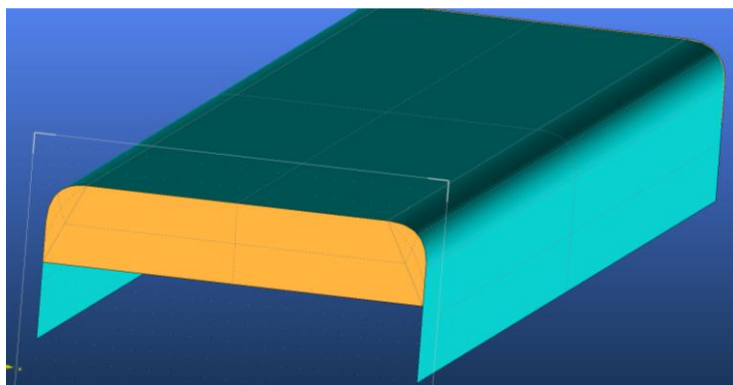
Obr. 37: Pomocná přímka pro vytvoření boční plochy

Pomocné přímky jsou vytvořeny. Aktivujeme funkci **LOFT** (záložka **SHAPE**), označíme si přímku a protější hranu, potvrdíme **STOP WITH NULL CURVATURE**, zvolíme **SURFACE TYPE** a potvrdíme **OK**. Výsledek je znázorněn na obrázku číslo 35.



Obr. 38: Plocha vzniklá pomocí funkce Loft

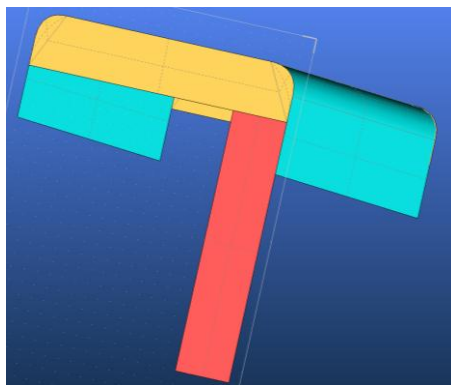
Mezery v rozích zaplníme opět pomocí funkce **LOFT** (Obr. 39). Je důležité, aby šipky směřovaly stejným směrem. To samé provedeme na protější straně.



Obr. 39: Zaplněné mezery v rozích

**7)** Oranžovou boční plochu dotvoříme pomocí **CURVE / LINE**. Nejprve změníme barvu na červenou. Poté začneme zadávat souřadnice počátečních a koncových bodů. První přímka má souřadnice [70,240,1] a [70,140,1]. Souřadnice druhé přímky jsou [101,240,1] a [101,140,1]. Plochu mezi těmito přímkami vytvoříme takto: **SHAPE** → **LOFT** → označíme první přímku, označíme druhou přímku (šipky musí ukazovat stejným směrem) → potvrdím **STOP WITH NULL CURVATURE** → **SURFACE TYPE** → **OK** (Obr. 40). To samé provedeme na protější straně.

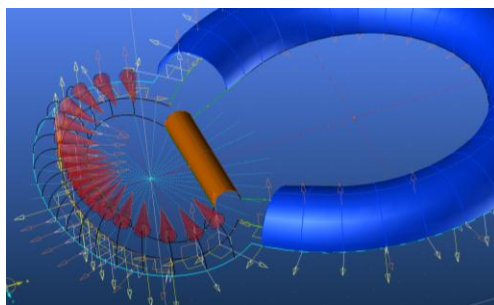




Obr. 40: Červená plocha vytvořená ze dvou přímek

Aby byl poklop úplně kompletní, sjednotíme ho pomocí funkce **UNITE** (záložka **SHAPE**).

K hotovým částem modelu byl vytvořen i popruh a spona (Obr. 41). Popruh je rozdělen na dvě části o velikostech 40 x 340 mm a 40 x 750 mm. Popruh lze samozřejmě udělat delší. Spona je složena z kružnice o průměru 50 mm a elipsy, která má průměr  $X = 41$  mm a průměr  $Y = 20$  mm. Tato spona vychází z tvaru objektivů na přední části fotoaparátu.

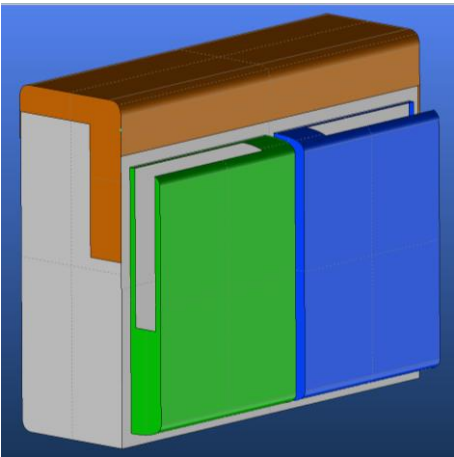
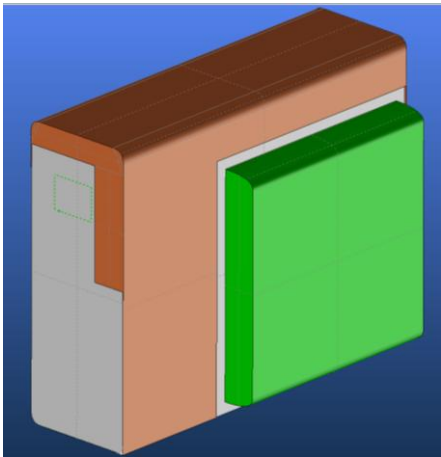
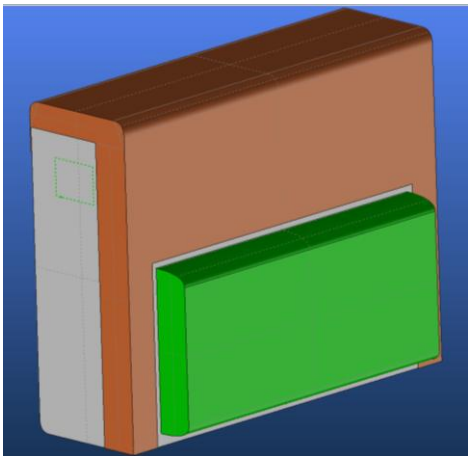
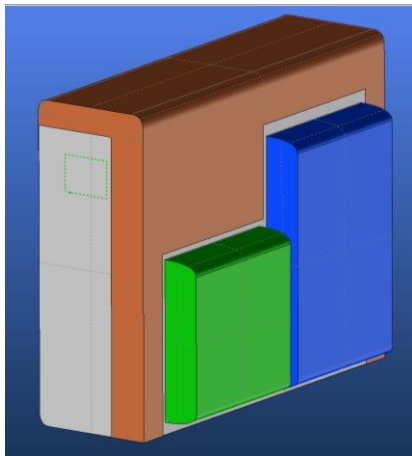


Obr. 41: Spona na popruh

### 3.2 Varianty FLEXY

Ze základního tvaru byly odvozeny další varianty, které se lišily tvarem kapes a tvarem poklopu. Rozměry k těmto variantám jsou v Příloze II.

V tabulce 5 jsou tyto varianty vyobrazeny. Varianta Flexa 1 je zároveň i základní tvar, na kterém jsou vysvětleny předchozí i následující postupy.

VARIANTY FLEXY	
	
FLEXA 1 = základní tvar	FLEXA 2
	
FLEXA 3	FLEXA 4

Tab. 5: Varianty Flexy



### 3.3 Rozvinování a rozvinutí stříhových dílů pomocí softwaru

Pod pojmem rozvinování plochy rozumíme převedení 3D objektu do 2D plochy. U tohoto procesu se zachovávají délky oblouků a úhly křivek. Celkem jsou 4 metody, jak je možno povrch rozvinout. K rozvinutí nám pomáhá metoda povrchových přímek, metoda rovinných (obecných) řezů, metoda kulových (kyvadlových) řezů nebo metoda trojúhelníková. V této práci byla použita právě ta poslední jmenovaná, a to metoda trojúhelníková. Jinou možnost nám ani program DesignConcept nenabízí.

Metoda spočívá v tom, že se plocha rozdělí na dostatečné množství trojúhelníkových plošek. Tyto plošky se při rozvinování k sobě snadno přikládají. Jedinou nevýhodou této metody je její nepřesnost. Tu lze snížit použitím co nejvíce malých plošek a narýsováním co nejvíce trojúhelníků. Metoda se používá při rozvinování takových těles, jejichž tvar nelze odvodit ze základních geometrických těles, tedy u těles se zborcenými plochami a u tzv. přechodových těles.<sup>21</sup>



### 3.3.1 Postup k rozvinutí stříhových dílů v softwaru

Než začneme rozvíjet stříhové díly, je potřeba na 3D modelu nejprve vytvořit mesh síť, která se skládá z trojúhelníkových plošek. Tu vytvoříme podle následujícího postupu.

- Aktivujeme **CREATE REGION**  a zvolíme možnost  From faces. Poté si označíme plochy, na kterých má být síť vytvořena (pro lepší orientaci se měnily barvy trojúhelníků). Tím zároveň určujeme i tvar stříhových dílů, které budou následně rozvinuty. Po označení nastavíme velikost trojúhelníků: **LINK LENGTH** (pro kapsy byla zvolena velikost 3 mm, pro zbytek 5 mm) a potvrdíme OK. Zobrazí se tabulka, kterou znovu potvrdíme OK. Plocha dílu se jednoduše zabarví. Proto musíme ještě v příkazové liště potvrdit **CREATE REGION FROM FACES**. Tímto je síť vytvořena. Detail této sítě je na obrázku 42.

Touto cestou vzniklo celkem 5 „podvariant“ FLEXY 1. Jsou to: FLEXA 1.0, FLEXA 1.1, FLEXA1.2, FLEXA 1.3 a FLEXA 1.4.

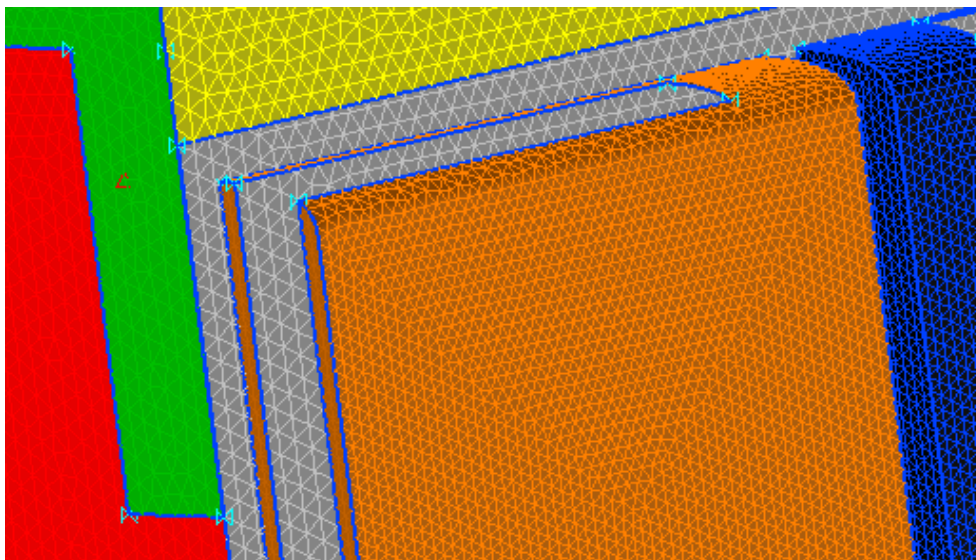
Nyní je vše připraveno pro samotné rozvinutí. To provedeme takto:

- Zvolíme **FILE** → **NEW DOCUMENT** → **2D PATTERN** → aktivujeme ikonku **CREATE PATTERN**  a poté vybereme funkci **FLATTEN REGIONS**  → označíme díl ve 3D a klikneme na plochu ve 2D dokumentu → vyskočí tabulka, kterou potvrdíme OK (Obr. 43 a)) → ihned se zobrazí tabulka automatického rozvinování (Obr. 43 b)), která nás informuje o daném procesu.

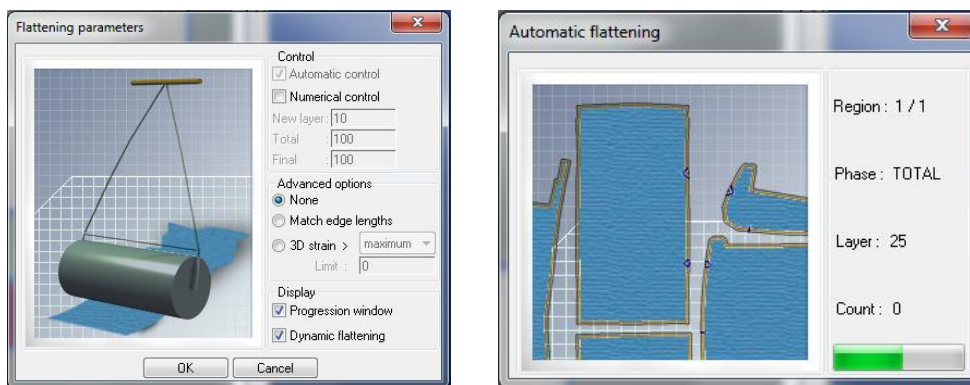
---

<sup>21</sup> Podklady k přednáškám z předmětu KSO: „Zobrazování rozvinutého povrchu lidského těla, odvození konstrukční sítě“. Dostupné z WWW: <[http://www.kod.tul.cz/predmety/konstrukce/KSO/plan\\_prednasek\\_2005.html](http://www.kod.tul.cz/predmety/konstrukce/KSO/plan_prednasek_2005.html)>. [online]. [cit. 2012-04-20].

Tento postup byl opakován u všech dílů „podvariant“, kterými se zabývá podkapitola 3.3.2 Popis stříhových dílů „podvariant“ Flexy 1.



Obr. 42: Detail trojúhelníkové sítě (Mesh)

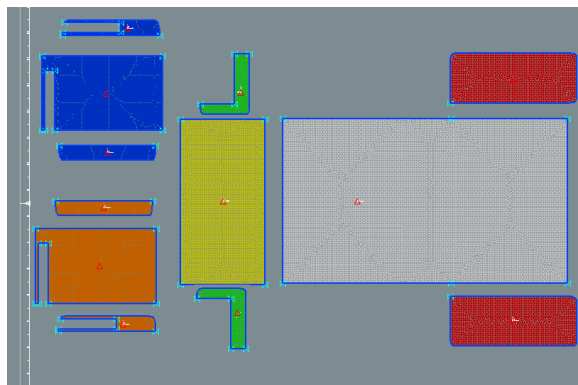


a)

b)

Obr. 43: Flattening parameters, Automatic flattening

Výsledkem těchto procesů jsou stříhové díly zobrazené na obrázku 35, které byly poté uloženy jako soubor \*. dwg a importovány do AutoCadu. V AutoCadu se díly dopravily a následně vytiskly na plotru v měřítku 1:1 (vložené do Přílohy IV.).



Obr. 44: Hotové stříhové díly bez přídavků na švy

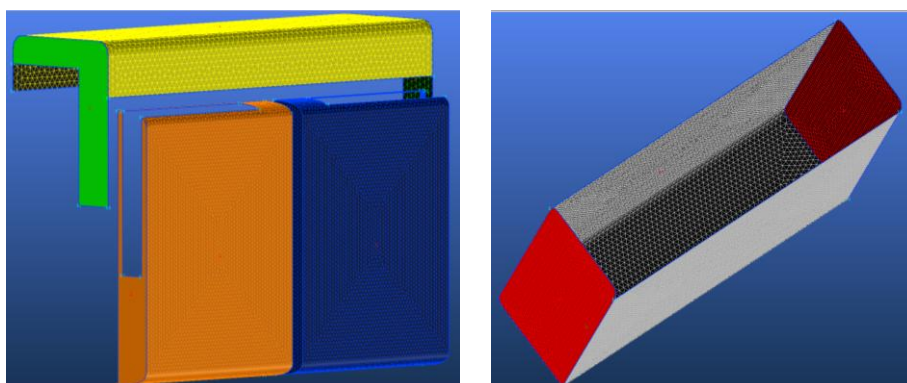
### 3.3.2 Popis stříhových dílů „podvariant“ Flexy 1

„Podvarianty“ jsou: FLEXA 1.0, FLEXA 1.1, FLEXA1.2, FLEXA 1.3, FLEXA 1.4.

Zde jsou definovány stříhové díly pro vzniklé „podvarianty“. Tyto díly jsou v *Příloze III. - Varianty stříhových dílů odvozené z modelu Flexa 1.*

#### **FLEXA 1.0** (Obr. 45)

Tato varianta je tvořena 12 stříhovými díly, které vznikly spojením některých ploch v jednu. Základní tvar je rozdělen na 2 boční symetricky stejné díly, které budou sešity třetím dílem, vytvořeným spojením přední, spodní a zadní plochy plus plocha vzniklá z křivky. Podobně je na tom i poklop a kapsy. Poklop je tvořen ze dvou bočních dílů, které se sešijí dílem tvořeným spojením přední, horní, zadní plochy s plochami vytvořených z křivek. Kapsy jsou rozděleny do bočních dílů a třetí díl je vytvořen spojením horní, přední a spodní plochy kapsy. Mezera u kapes je místo pro našití zipu.

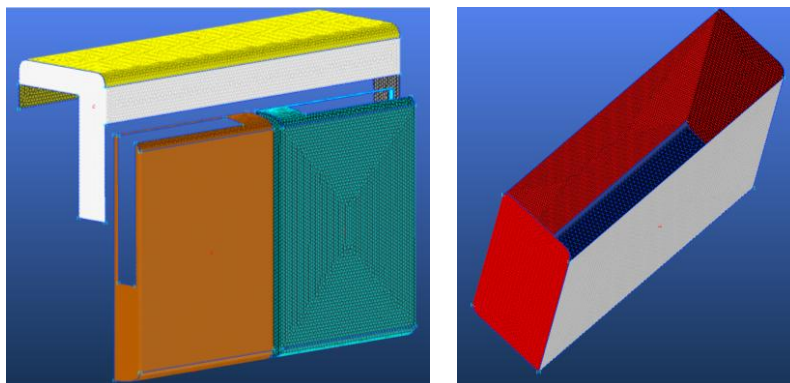


Obr. 45: Flexa 1.0



### **FLEXA 1.1** (Obr. 46)

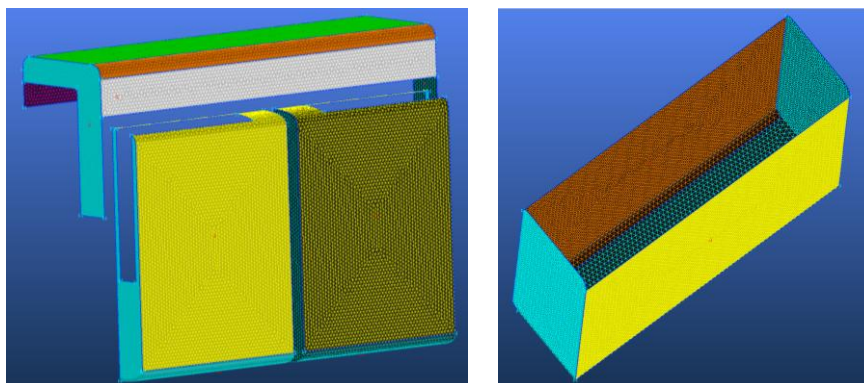
Zde je celkem 11 stříhových dílů. Základ tvoří přední a spodní díl, které spojuje díl tvořený z bočních ploch, zadní plochy a plochy vytvořené z křivky. Kapsy jsou z horního a spodního dílu, třetí díl je sjednocen z přední plochy a bočních ploch. Poklop se skládá ze dvou dílů. První díl obsahuje horní a zadní plochu plus plochy vytvořené křivkami, druhý díl je tvořen bočnicemi a přední plochou.





Obr. 46: Flexa 1.1


### **FLEXA 1.2** (Obr. 47)

Tato varianta obsahuje 14 stříhových dílů. Základ je z přední a zadní plochy, který je spojen třetím dílem vytvořeným ze spodní plochy a bočních ploch. Kapsy jsou ze dvou dílů. První díl je vytvořen spojením přední a vrchní plochy, druhý díl je utvořen spojením bočních ploch se spodní plochou. Poklop se rozdělil na 7 stříhových dílů. Dva díly jsou z bočních stran, dva díly jsou tvořeny plochami vzniklými křivkami a zbytek jsou pruhy o šířce 2 x 30 mm, 80 mm.



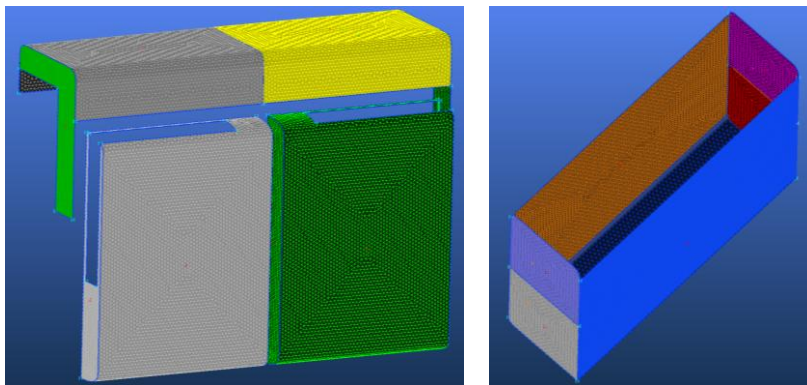
Obr. 47: Flexa 1.2

U následujících „podvariant“ Flexa 1.3 a Flexa 1.4 bylo při přípravě členících linií použito záložky **CURVE** → **CONTOUR**. V záložce **CREATE REGION** tak bylo zapotřebí jak možnosti **FROM FACES** , tak i možnosti **FROM CURVES** .

Po aktivaci možnosti from curves zvolíme v příkazové liště **ADD = BOUNDARIES**, **FILTER SELECTION = CURVE + EDGE**, **SELECTION** . Vybereme členící linie, které kopírují díl, potvrdíme OK. Vybereme okrajové linie a potvrdíme OK. Poté označíme sekci vně dílu a v zobrazeném okně zadáme velikost trojúhelníků (**LINK LENGTH**). Plocha dílu se jednolitě zbarví a v příkazové liště se potvrdí **CREATE REGION FROM CURVES**.

### **FLEXA 1.3** (Obr. 48)

Flexa 1.3 obsahuje 16 stříhových dílů. Základní tvar je složen z 6, poklop ze 4 a každá kapsa ze tří dílů. Poklop je v polovině rozdělen na dva stejné stříhové díly s bočními díly. Kapsy jsou tvořeny stejnými díly jako u varianty Flexa 1.0. Základní tvar je na bočních stranách rozdělen v půlce na dvě části. Tyto vzniklé čtyři části spojují dva díly. První je tvořen přední plochou modelu, druhý je kombinací spodní a zadní plochy plus plochou vzniklou z křivky.

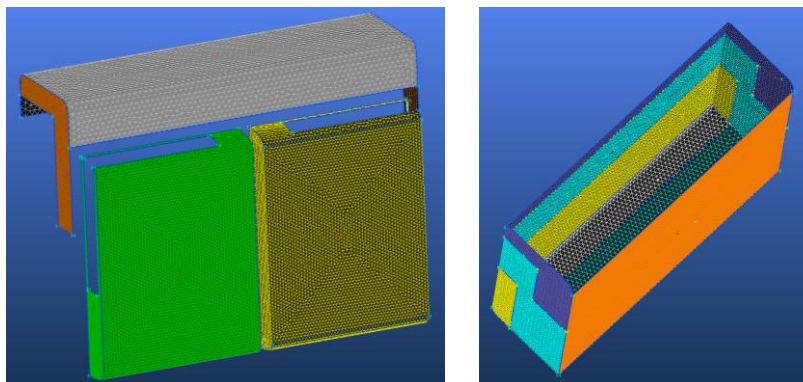


Obr. 48: Flexa 1.3

### **FLEXA 1.4** (Obr. 49)

Tato varianta obsahuje 14 stříhových dílů. Kapsy jsou rozděleny na stejné díly jako u variant Flexa 1.0 (levá kapsa) a Flexa 1.1 (pravá kapsa). To samé platí i o poklopu. Ten má stejné členění jako je u Flexy 1.0. Základní tvar je ale složitější, než u předchozích variant. Tvoří ho celkem 5 stříhových dílů. První díl je vytvořen z přední

plochy modelu, druhý potom z plochy vzniklé z křivky. Zbylé tři díly vznikly pomocí záložky **CURVE** a funkce **CONTOUR**. Jejich výsledný tvar je na obrázku 50.



Obr. 49: Flexa 1.4



Obr. 50: Díly základního tvaru – varianta Flexa 1.4

U této varianty je problém, že pokud bychom chtěli zachovat tvar prostředního dílu na obrázku 50, museli bychom zvolit jiný materiál, než umělou kůži. Například materiál, který se používá na batohy. Nebo nějaký pružný materiál, který by po sešití vytvořil na tašce ozdobné vrásnění. Pokud ale chceme použít právě tu umělou kůži, díl by se musel rozstříhnout na dvě části. V tomto případě by to byly dva pruhy.



## 4 SIMULACE TEXTURY MATERIÁLU V PROGRAMU DESIGNCONCEPT

Zvoleným materiálem pro simulaci, ale i pro samotný budoucí výrobek je umělá kůže a bavlněná podšívka v keprové vazbě. Tato simulace, kterou program umožňuje, se zabývá pouze vnějším materiálem.

K simulaci byly použity již předdefinované vzorky kůží z databáze, kterou program nabízí. Vzorky jsou uloženy jako soubory TIF a jejich rozlišení se pohybuje od 294 x 304 pixelů až 1212 x 1020 pixelů.

Pixel vznikl zkrácením anglických slov *picture element* (*obrazový prvek*). Je to nejmenší jednotka digitální rastrové grafiky. Představuje jeden svítící bod na monitoru, resp. jeden bod obrázku zadaný svou barvou.

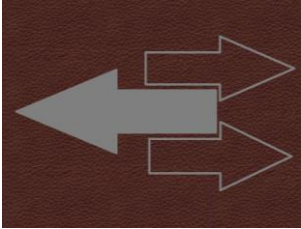
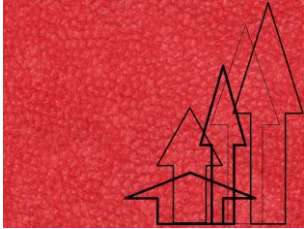
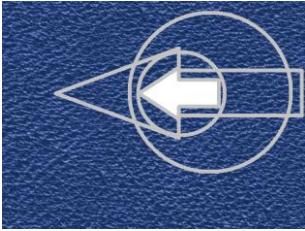
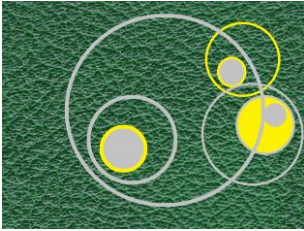
### 4.1 Simulace materiálu v programu

Jak bylo řečeno v úvodu této kapitoly, k simulaci byly použity předdefinované vzorky z databáze. V následující tabulce 6 jsou vybrané vzorky znázorněny.

VZORNÍK MATERIÁLU		
		
LEATHER 3	LEATHER 5	LEATHER 9
		
LEATHER 10	LEATHER 15	LEATHER 16

Tab. 6: Vybrané vzorky z databáze programu DesignConcept

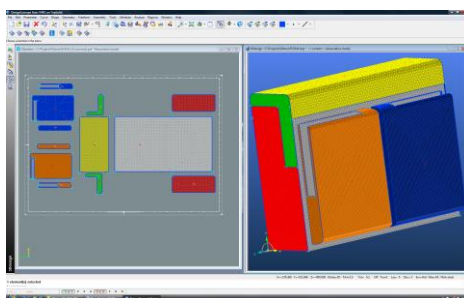
Jelikož se jedná o jednobarevné vzorky, pomocí malování byly vytvořeny jednoduché potisky, které jsou k náhledu v tabulce 7.

POTISKY	
 <p>POTISK 1</p>	 <p>POTISK 2</p>
 <p>POTISK 3</p>	 <p>POTISK 4</p>



Tab. 7: Vytvořené potisky aplikované na vzorky materiálu

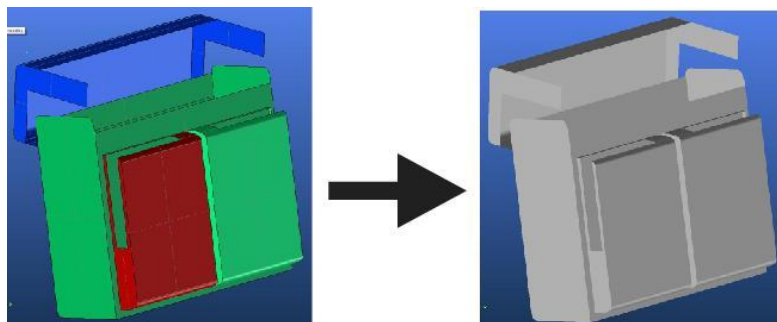
K aplikaci materiálu na model je zapotřebí mít připravené stříhové díly v dokumentu 2D PATTERN, které byly vytvořeny pomocí rozvinutí. Jak postupovat v aplikaci je popsáno v následujících bodech.

1) Na pracovní ploše jsou otevřeny dokumenty 3D DESIGN a 2D PATTERN. Pro lepší orientaci jsou okna umístěny vedle sebe, jako je tomu na obrázku 51.




Obr. 51: Umístění oken dokumentů na pracovní ploše. Vlevo 2D pattern, vpravo 3D design.

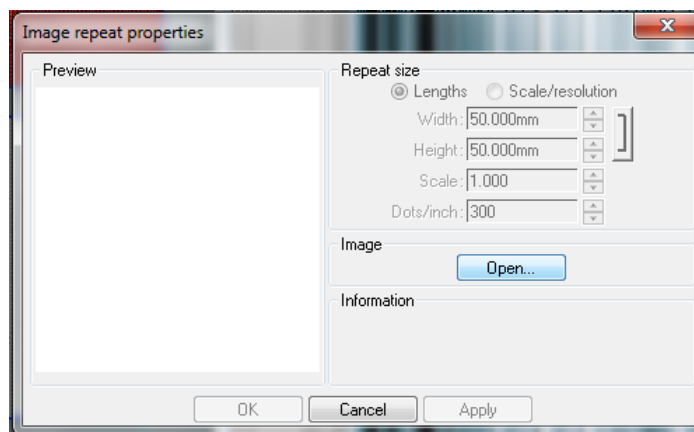
Aktivujeme okno dokumentu 3D design a v horní liště klikneme na tuto ikonku  (umožňuje měnit zobrazení 3D modelu na ploše), kde si z otevřené nabídky zvolíme Realistic rendering . Na obrázku 52 je zachyceno, co se stane s modelem po změně zobrazení.



Obr. 52: Model před a po změně zobrazení

**2)** Nyní aktivujeme druhé okno (2D pattern). Zde budeme pokládat materiál na připravené stříhy. To provedeme následovně.

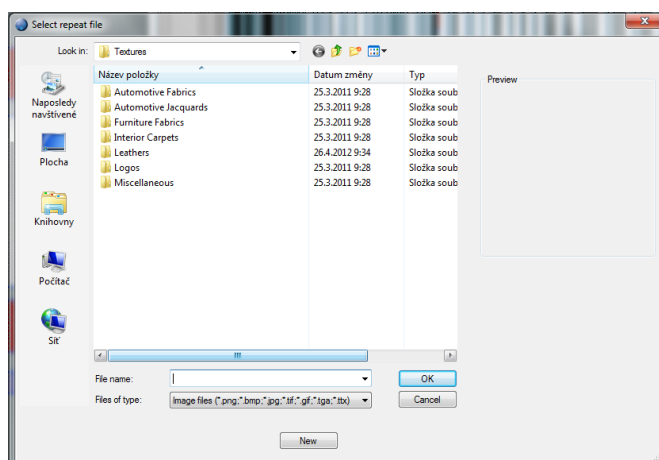
Klikneme na ikonku **VIRTUAL MARKER**  a zvolíme **CREATE VIRTUAL MARKER** (stejná ikonka jako předtím). Poté se otevře tabulka IMAGE REPEAT PROPERTIES (Obr. 53) a dáme OPEN.



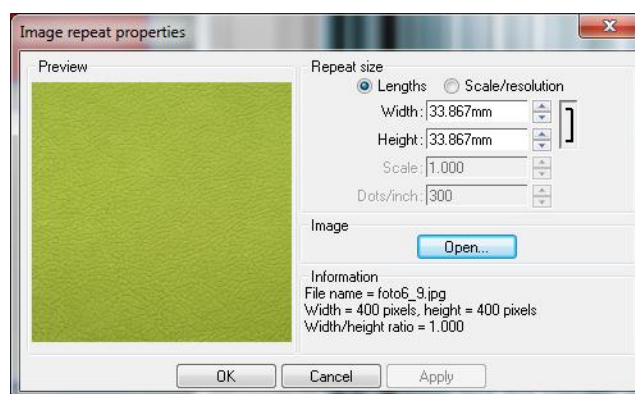
Obr. 53: Image repeat properties

Po odkliknutí OPEN se zobrazí databáze uložených vzorků, z které si můžeme vybírat dle libosti (Obr. 54). Výběr poté potvrdíme OK, čímž se vrátíme k první tabulce,

ve které naši volbu můžeme ještě upravit (Obr. 55). Například pokud si zvolíme káro, můžeme si zde určit, jak velký má vzor být. Když jsme spokojeni, potvrdíme OK.





Obr. 54: Databáze s uloženými materiály




Obr. 55: Poslední úprava před položením materiálu

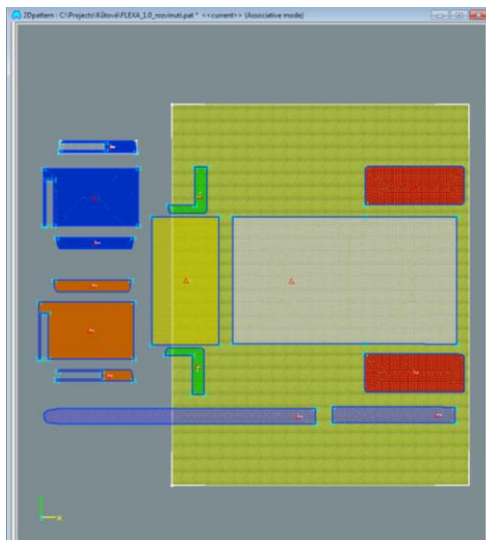
**3)** Materiál se položí ve formě čtyřúhelníku. Nejdříve si určíme, na jaké díly bude materiál položen a poté vytvoříme čtverec či obdélník (v námi určeném místě klikneme myší – pravé tlačítko - a poté přidržením stejného tlačítka vytvoříme tažením myši čtyřúhelník). Střihové díly nemusí být pokryté celé. Klidně stačí malý proužek, který díly překrývá jen 10 mm. Na obrázku 56 je zobrazeno položení materiálu.

Střihové díly se dají otáčet či posouvat pomocí záložky **EDIT**, funkcemi **MOVE**

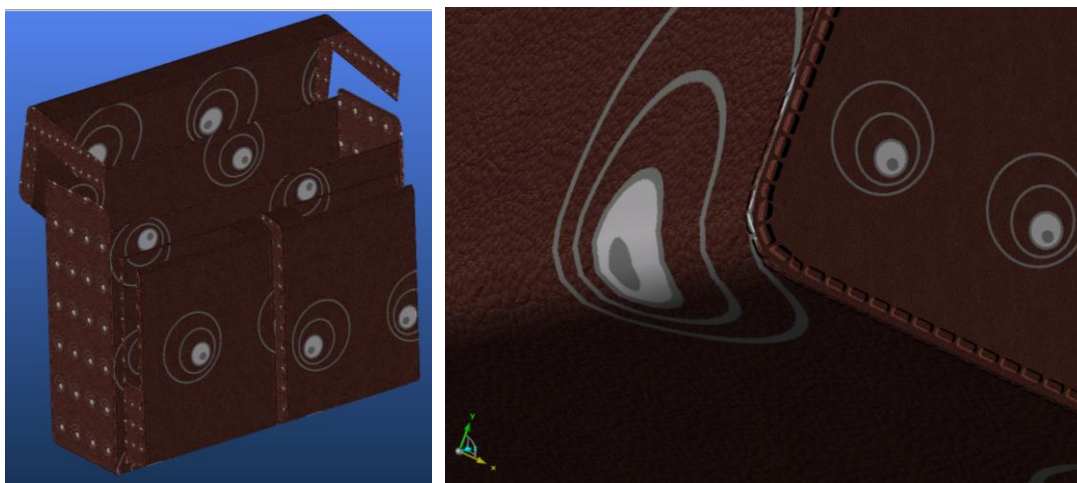
**PARENTS**  nebo **ROTATE PARENTS** . Tyto funkce slouží k polohování dílů na položeném materiálu.

4) Když je materiál položen, aktivujeme zpátky okno dokumentu 3D design.

Klikneme na tuto ikonku  a díky tomu se ihned materiál aplikuje na 3D model (Obr. 57).



Obr. 56: Položený materiál na střihový dílech



Obr. 57: Aplikovaný materiál na 3D modelu a jeho detail

Barevné varianty jsou v Příloze II.

## ZÁVĚR

Jak bylo řečeno na začátku, úkolem této práce byl návrh prototypu oděvního výrobku. K tomu byl použit program DesignConcept, jejímž hlavním cílem je právě tvorba prototypů.

Práce v tomto softwaru nebyla ze začátku vůbec lehká. Stačí však, aby se uživatel „prokousal“ základními postupy v návodu a strávil pár dní (hodin, měsíců) před obrazovkou počítače, kde si osvojí základy a prostředí softwaru mu již nebude cizí. Samozřejmě to z uživatele nedělá profesionálního konstruktéra, ale s ledovým klidem může říct: „*Neuvěřitelné, po dvou měsících jsem schopen vytvořit 3D model dřevě krychle.*“ Třeba.

Po prostudování návodů byl tedy vytvořen prototyp oděvního výrobku, podle mnou navrhovaných rozměrů. Následně byly vytvořeny z 3D modelu stříhové díly. Díky softwaru probíhá tvorba stříhových dílů, ale i celého prototypu poměrně rychle. Každá změna je viditelná ihned, rozvinování je prováděno automaticky a člověk si nemusí lámat hlavu se složitým přepočítáváním. Ovšem na druhou stranu je dobré, aby uživatel věděl, co bude následovat po zadání dané funkce, zda bude tato operace proveditelná, či jakou velikost trojúhelníku má při tvorbě mesh sítě zvolit, apod.

Software dále umožňuje simulovat různé textury materiálu. Takže není potřeba zbytečně šít fyzické prototypy. V počítači stačí zadat parametry tkaniny, rozměry výrobku, definovat linie členění a výsledek lze vidět během několika minut.

V práci byla snaha vytvořit nejen prototyp, ale vytvořit i jakýsi stručný a přehledný návod pro příští uživatele, kteří na tuto práci můžou navázat.

Závěrem bych chtěla dodat, že navrhování v DesignConceptu je opravdu zajímavé. Navíc práce při tvorbě prototypu byla završena vytisknutím stříhových dílů a vytvořením papírového reálného modelu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- ŽÁRA, J., LIMPOUCH, A., BENEŠ, B., WERNER, T.: „Počítačová grafika – principy a algoritmy“. Grada a.s., Praha 1992. ISBN: 80-85623-00-5.
- ŠONKA, M., HLAVÁČ, V.: „Počítačové vidění.“ Grada a.s., v Praze r. 1992. ISBN 80 -85424-67-3
- KARGEROVÁ, M., KOPINCOVÁ, E., MERTL, P., NEVRLÁ, K.: „Geometrie a grafika pro CAD.“ Vydavatelství ČVUT, v Praze, 2003. ISBN 80-01-02680-9
- ŽÁRA, J., BENEŠ, B., FELKEL, P.: „Moderní počítačová grafika“. Computer Press, Praha 1998. ISBN: 80-7226-049-9
- ANGLICKÝ MANUÁL SOFTWARE DESIGNCONCEPT 3D. Nedostupné - součást softwaru *Topsolid HTML HELP*
- JEŽEK, F.: „Numerické a geometrické modelování“, [online]. [cit. 2011-11-10]. Dostupné z WWW: <http://geometrie.kma.zcu.cz/index.php/www/content/view/full/213/>.
- Přednáška z předmětu CAD/CAM v oděvní výrobě, [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupná z WWW: [http://www.kod.tul.cz/predmety/konstrukce/KPC/dokumenty/design\\_condept\\_prednaska\\_2010.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/konstrukce/KPC/dokumenty/design_condept_prednaska_2010.pdf) >
- Přednáška „Křivky volného tvaru 1“, předmět Informační a komunikační technologie ve vyučování geometrie. [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z WWW: <http://geometrie.kma.zcu.cz/index.php/www/content/view/full/187/>>.
- [http://www.varicad.cz/userdata/files/manual/cz/Booleovske\\_operace.htm#JTag4](http://www.varicad.cz/userdata/files/manual/cz/Booleovske_operace.htm#JTag4) [online]. [cit. 2012-03-03].
- [http://lubovo.misto.cz/\\_MAIL\\_/curves/bezierc.html](http://lubovo.misto.cz/_MAIL_/curves/bezierc.html). [online]. [2012-04-19].
- [http://lubovo.misto.cz/\\_MAIL\\_/curves/ferguson.html](http://lubovo.misto.cz/_MAIL_/curves/ferguson.html). [online]. [2012-04-19].
- <http://herakles.zcu.cz/education/zpg/cviceni.php?no=11#part3>. [online]. [2012-04-19].
- [http://cs.wikipedia.org/wiki/Bézierova\\_křivka](http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%A9zierova_kr%C3%ADvka). [online]. [cit. 2012-03-03].

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

OBR. 1: ROVINNÉ ÚDAJE.....	12
OBR. 2: PROSTOROVÉ ÚDAJE .....	13
OBR. 3: KŘIVKY Z MATEMATICKÉHO HLEDISKA.....	17
OBR. 4: POUŽÍVANÉ KUBIKY V POČÍTAČOVÉ GRAFICE.....	19
OBR. 5: ZDROJE INSPIRACE .....	21
OBR. 6: VYBRANÁ TĚLESA PRO BOOLEOVSKÉ OPERACE .....	23
OBR. 7: BOOLEOVSKÉ OPERACE .....	23
OBR. 8: PŘÍKLADY B-SPLINE KŘIVEK. A) JEDNODUCHÁ KŘIVKA BEZ NÁSOBNÝCH BODŮ; B) KŘIVKA MÁ JEDEN DVOJNÁSOBNÝ BOD, KTERÝ K SOBĚ KŘIVKU JAKOBY „PŘITAHUJE“; C) KONEČNĚ TROJNÁSOBNÝM BODEM KŘIVKA PŘÍMO PROCHÁZÍ. TROJNÁSOBNÝ BOD JE TAK ZÁROVEŇ UZLOVÝM BODEM. ....	24
OBR. 9: PŘÍKLADY BÉZIEROVÝCH KŘIVEK .....	25
OBR. 10: OTEVŘENÍ NOVÉHO DOKUMENTU A POTÉ ZOBRAZENÁ TABULKA.....	27
OBR. 11: ABSOLUTE COORDINATE SYSTEM.....	28
OBR. 12: LIŠTA PRO ÚPRAVU OBDÉLNÍKU.....	29
OBR. 13: SOUŘADNICE ZAROVNÁVACÍHO BODU .....	29
OBR. 14: ZÁKLADNÍ TVAR .....	29
OBR. 15: FUNKCE EXTRUDED .....	30
OBR. 16: FUNKCE LOFT.....	30
OBR. 17: SMĚR ŠIPEK PŘED A PO UPRAVENÍ .....	31
OBR. 18: VÝSLEDEK FUNKCE LOFT.....	31
OBR. 19: POSTUP PŘI SJEDNOCENÍ .....	32
OBR. 20: COORDINATE SYSTEM ON FACE AND POINT .....	33
OBR. 21: PŮVODNÍ KOORDINAČNÍ SYSTÉM .....	33
OBR. 22: PLOCHY Z KŘIVEK POMOCÍ FUNKCE EXTRUDED.....	34
OBR. 23: POSTUP PRO OŘÍZNUTÍ.....	35
OBR. 24: POSTUP PRO OŘÍZNUTÍ.....	35
OBR. 25: FUNKCE 3-4 CURVES.....	36
OBR. 26: ZAPLNĚNÁ MEZERA A SPOJOVÁNÍ S ŠEDÝM TĚLESEM.....	36
OBR. 27: VÝSLEDKY FUNKCÍ EXTRUDED A LOFT .....	37
OBR. 28: ÚPRAVA PRO KROK 5 .....	38
OBR. 29: BÉZIEROVY KŘIVKY .....	39
OBR. 30: ŠEDÉ PLOCHY JSOU VYTVOŘENY Z KŘIVEK POMOCÍ FUNKCE LOFT.....	39
OBR. 31: FLEXARET .....	40



OBR. 32: BÉZIEROVY KŘIVKY .....	40
OBR. 33: PRODLUŽOVACÍ A SPOJOVACÍ PŘÍMKY .....	41
OBR. 34: SEW CURVES.....	41
OBR. 35: SJEDNOCENÉ PŘÍMKY A KŘIVKY .....	41
OBR. 36: PLOCHA VYTVOŘENÁ Z KŘIVKY POMOCÍ FUNKCE EXTRUDED .....	42
OBR. 37: POMOCNÁ PŘÍMKA PRO VYTVOŘENÍ BOČNÍ PLOCHY .....	42
OBR. 38: PLOCHA VZNIKLÁ POMOCÍ FUNKCE LOFT .....	43
OBR. 39: ZAPLNĚNÉ MEZERY V ROZÍCH .....	43
OBR. 40: ČERVENÁ PLOCHA VYTVOŘENÁ ZE DVOU PŘÍMEK .....	44
OBR. 41: SPONA NA POPRUH .....	44
OBR. 42: DETAIL TROJÚHELNÍKOVÉ SÍTĚ (MESH).....	47
OBR. 43: FLATTENING PARAMETERS, AUTOMATIC FLATTENING.....	47
OBR. 44: HOTOVÉ STŘIHOVÉ DÍLY BEZ PŘÍDAVKŮ NA ŠVY.....	48
OBR. 45: FLEXA 1.0 .....	48
OBR. 46: FLEXA 1.1 .....	49
OBR. 47: FLEXA 1.2 .....	49
OBR. 48: FLEXA 1.3 .....	50
OBR. 49: FLEXA 1.4 .....	51
OBR. 50: DÍLY ZÁKLADNÍHO TVARU – VARIANTA FLEXA 1.4.....	51
OBR. 51: UMÍSTĚNÍ OKEN DOKUMENTŮ NA PRACOVNÍ PLOŠE. VLEVO 2D PATTERN, VPRAVO 3D DESIGN. ....	53
OBR. 52: MODEL PŘED A PO ZMĚNĚ ZOBRAZENÍ .....	54
OBR. 53: IMAGE REPEAT PROPERTIES .....	54
OBR. 54: DATABÁZE S ULOŽENÝMI MATERIÁLY .....	55
OBR. 55: POSLEDNÍ ÚPRAVA PŘED POLOŽENÍM MATERIÁLU .....	55
OBR. 56: POLOŽENÝ MATERIÁL NA STŘIHOVÝ DÍLECH .....	56
OBR. 57: APLIKOVANÝ MATERIÁL NA 3D MODELU A JEHO DETAIL .....	56
TAB. 1: TYPY DOKUMENTŮ V PROGRAMU DESIGNCONCEPT .....	22
TAB. 2: POTŘEBNÉ ROZMĚRY PRO ZÁKLAD TAŠKY A KAPES .....	26
TAB. 3: ROZMĚRY PRO POKLOP TAŠKY .....	27
TAB. 4: SOUŘADNICE BODŮ POMOCNÝCH KŘIVEK .....	34
TAB. 5: VARIANTY FLEXY .....	45
TAB. 6: VYBRANÉ VZORKY Z DATABÁZE PROGRAMU DESIGNCONCEPT .....	52
TAB. 7: VYTVOŘENÉ POTISKY APLIKOVANÉ NA VZORKY MATERIÁLU .....	53

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**PŘÍLOHA I.** - Rozměry modelů Flexa 2, Flexa 3, Flexa 4

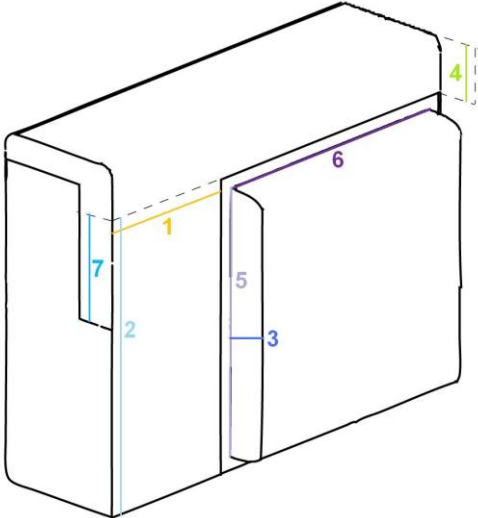
**PŘÍLOHA II.** - Barevné varianty ke kapitole 4.1

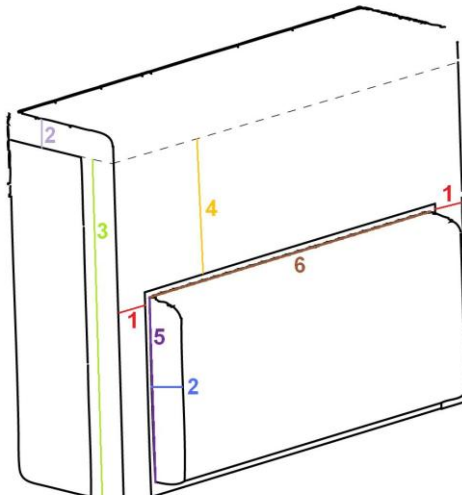
**PŘÍLOHA III.** - Varianty stříhových dílů odvozené z modelu Flexa 1

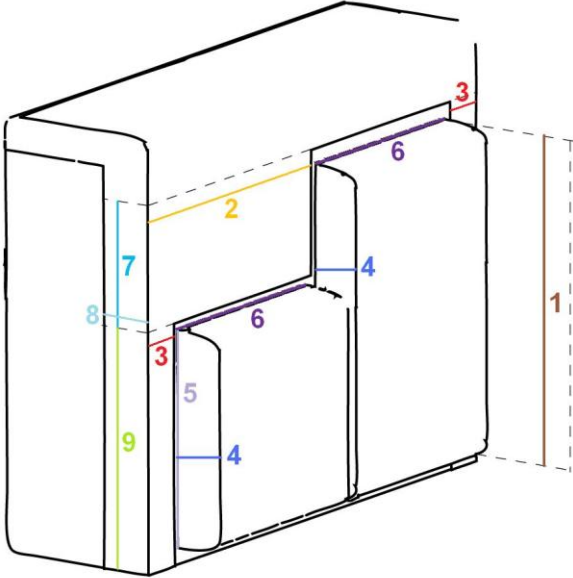
**PŘÍLOHA IV.** - Stříhové díly a fotodokumentace papírového modelu (Flexa 1.0)

## PŘÍLOHA I.: ROZMĚRY MODELŮ FLEXA 2, FLEXA 3, FLEXA 4

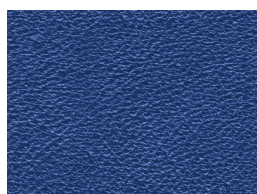
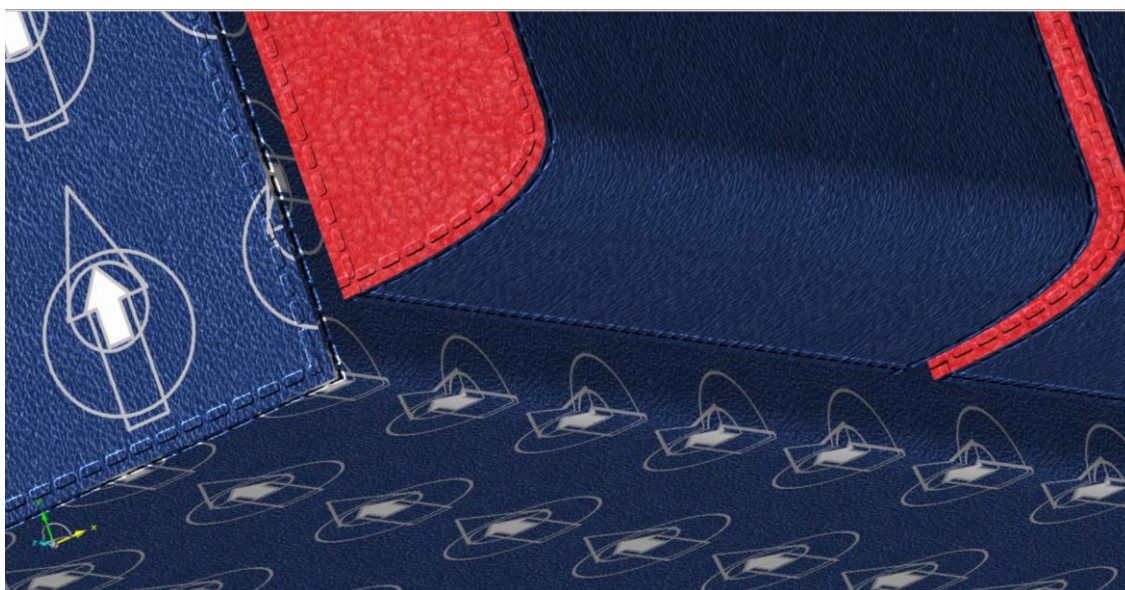
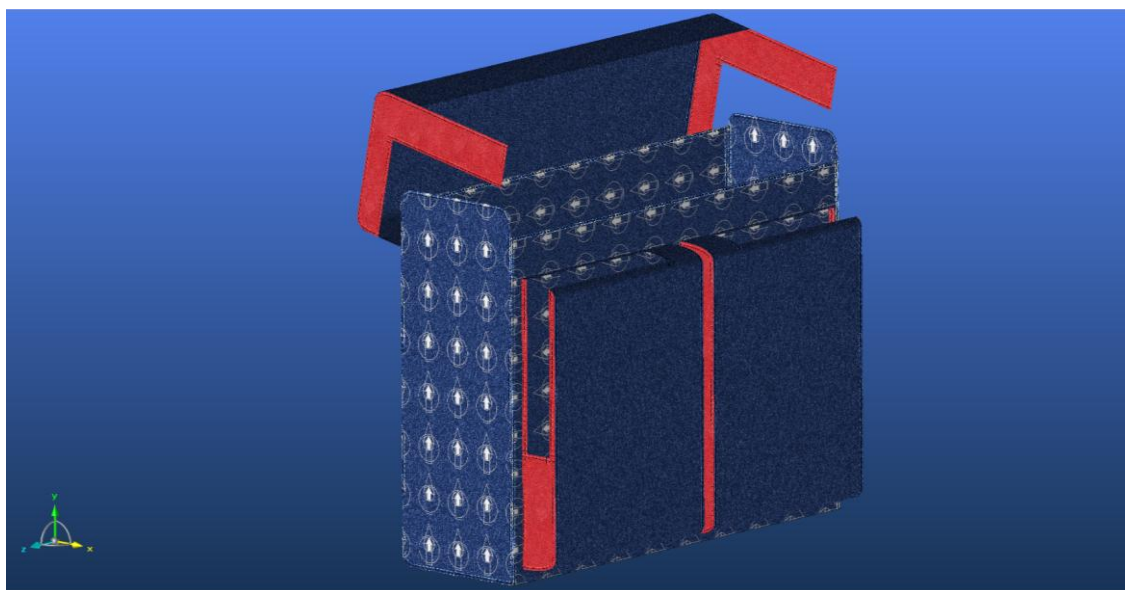
Varianty Flexa2, Flexa3 a Flexa4 vycházejí ze základního tvaru, tedy z varianty Flexa1. Rozměry Flexy1 jsou v kapitole 3, tabulky 2 a 3.

FLEXA 2	
	1 = 110 mm
	2 = 220 mm
	3 = 30 mm
	4 = 41 mm
	5 = 200 mm
	6 = 200 mm
	7 = 80 mm

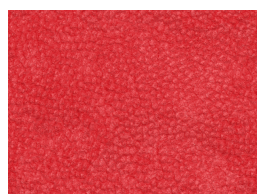
FLEXA 3	
	1 = 26 mm
	2 = 21 mm
	3 = 240 mm
	4 = 95 mm
	5 = 130 mm
	6 = 270 mm

FLEXA 4	
	1 = 200 mm
	2 = 165 mm
	3 = 26 mm
	4 = 30 mm
	5 = 130 mm
	6 = 130 mm
	7 = 80 mm
	8 = 31 mm
	9 = 140 mm

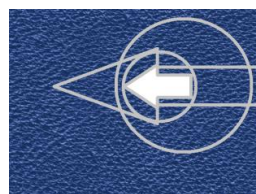
## PŘÍLOHA II.: BAREVNÉ VARIANTY KE KAPITOLE 4.1



LEATHER 9

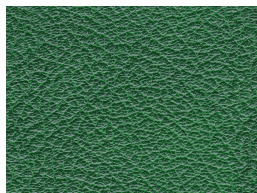
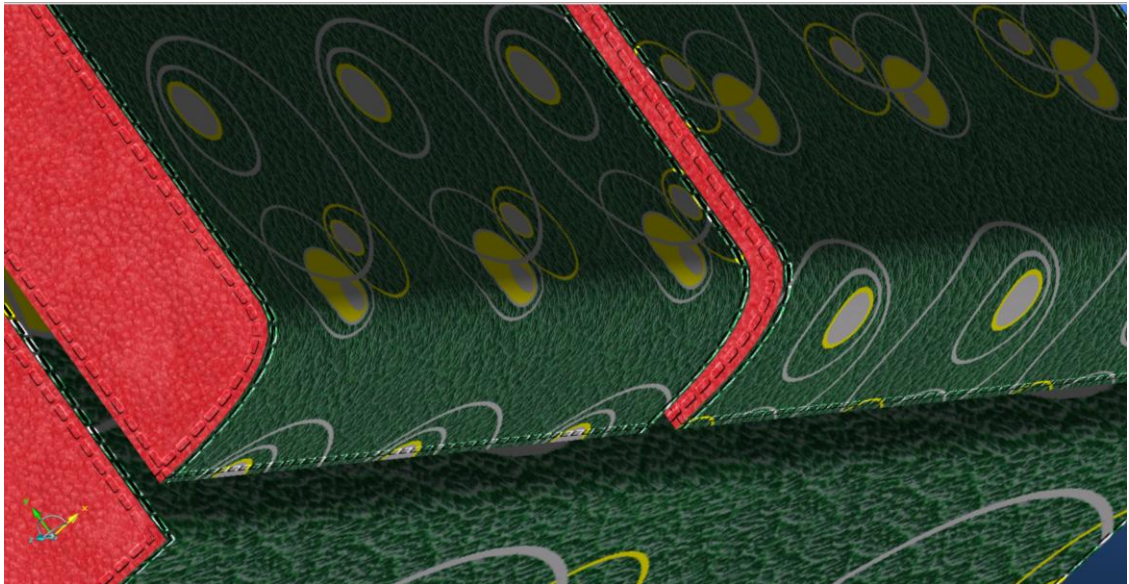
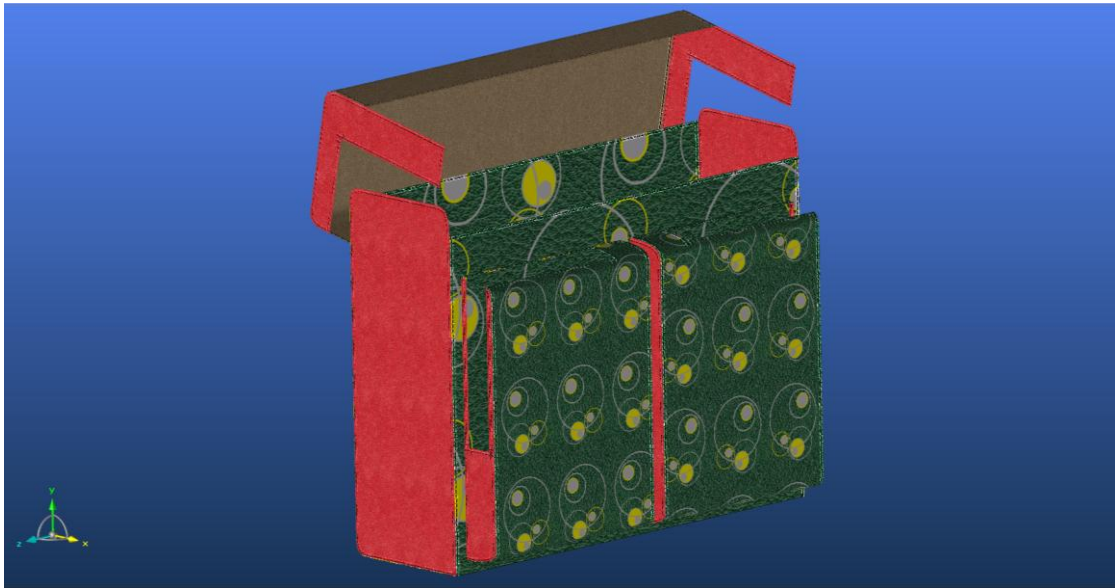


LEATHER 16

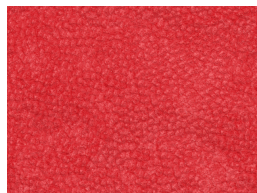


POTISK 3

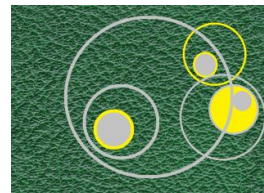




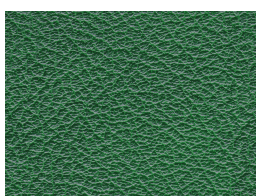
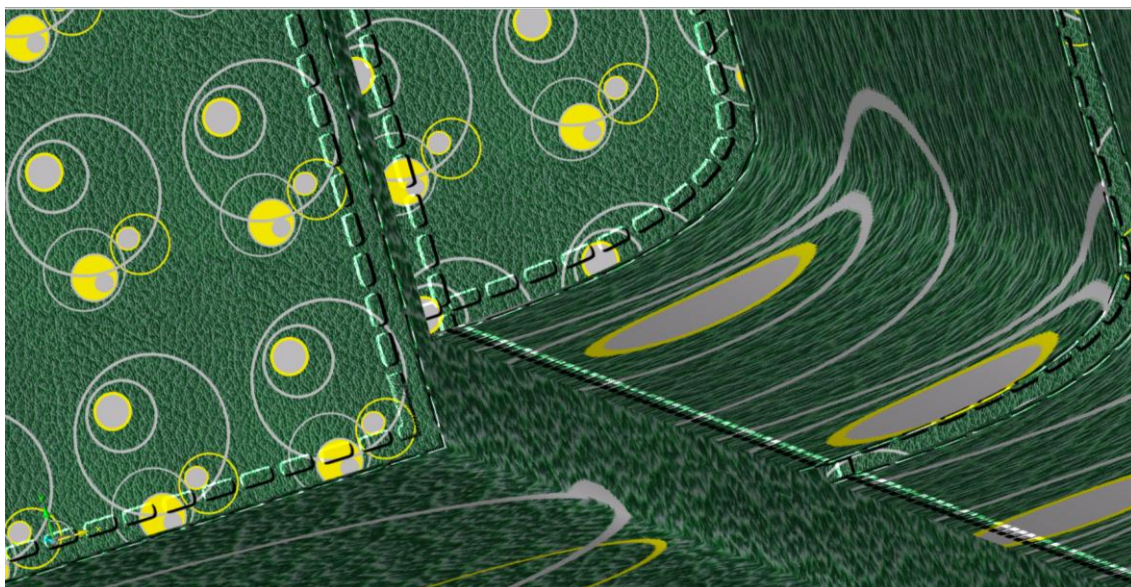
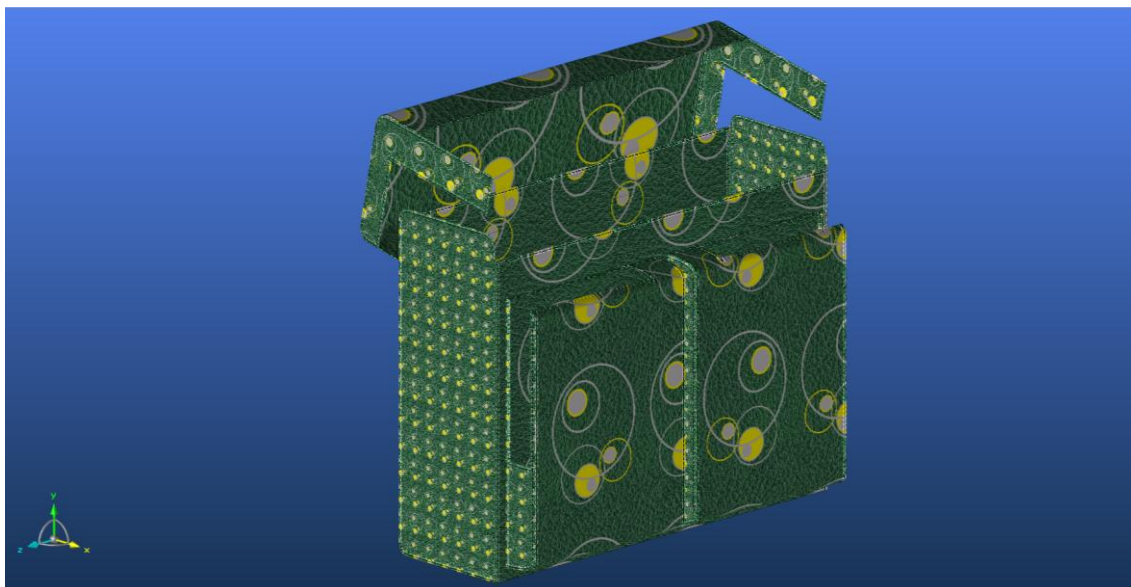
LEATHER 15



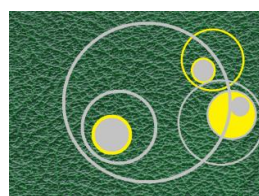
LEATHER 16



POTISK 4

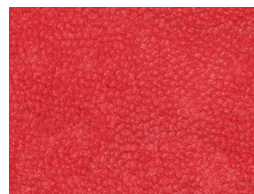
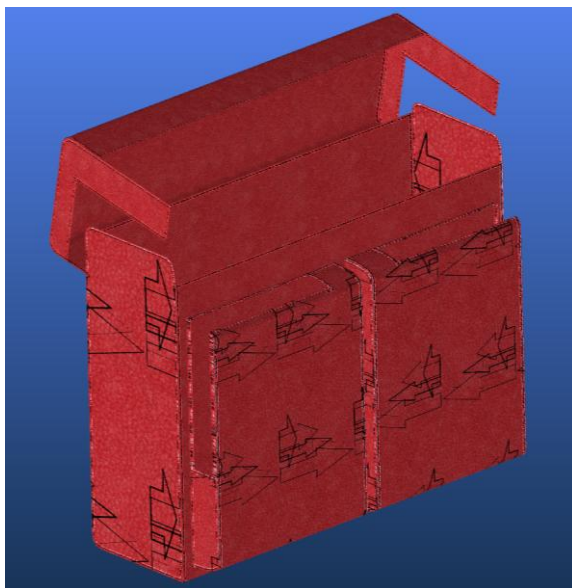


LEATHER 15

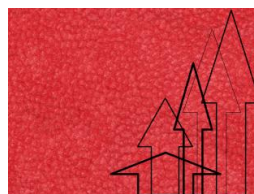


POTISK 4

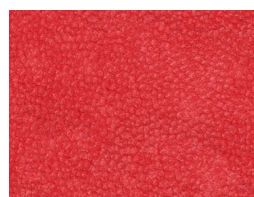
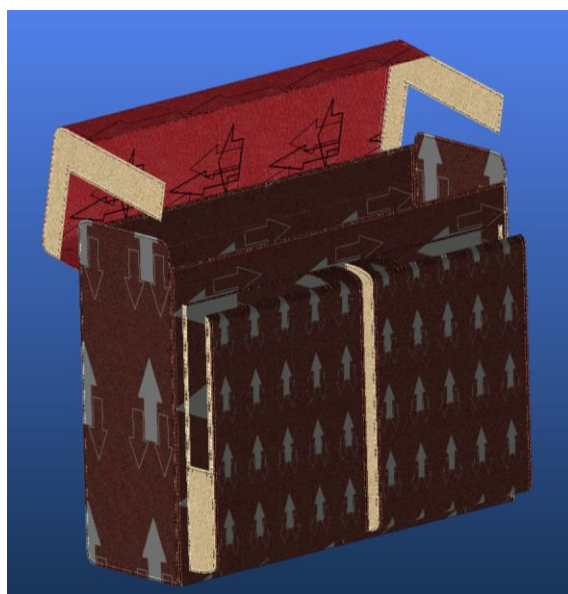




LEATHER 16



POTISK 2



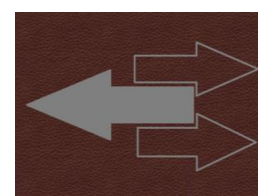
LEATHER 16



POTISK 2



LEATHER 10

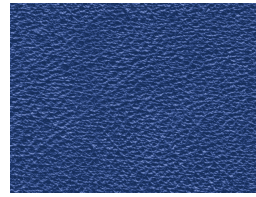
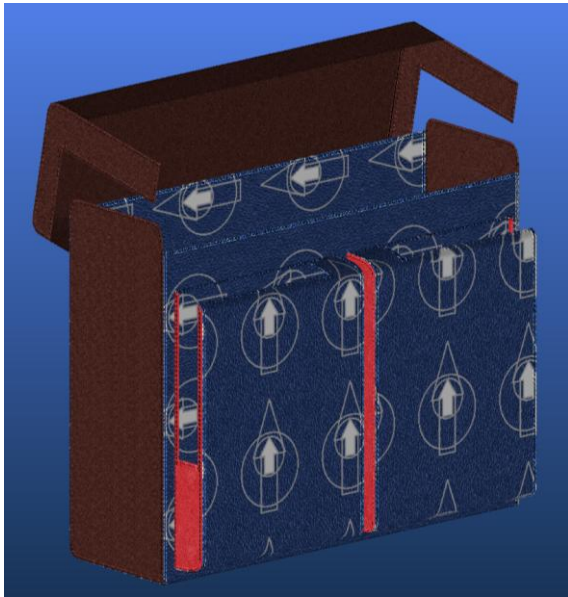


POTISK 1

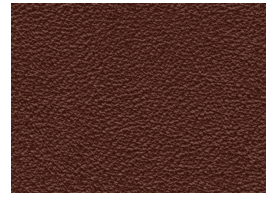


LEATHER 3

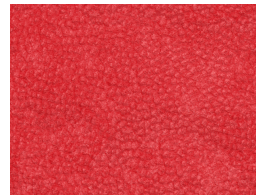




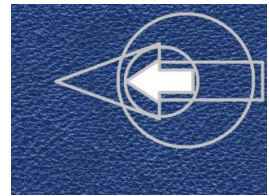
LEATHER 9



LEATHER 10



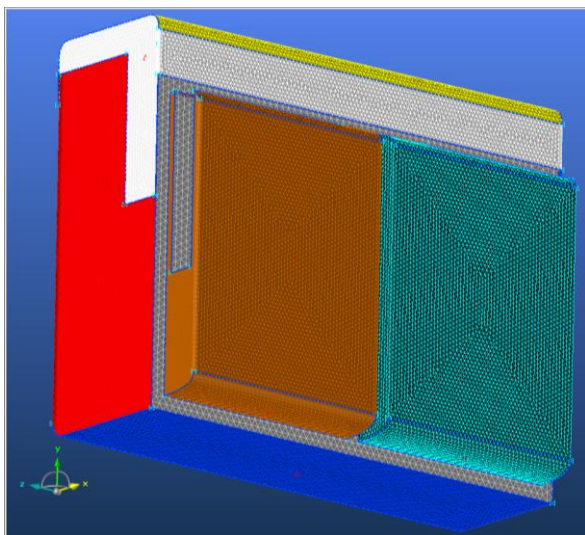
LEATHER 16



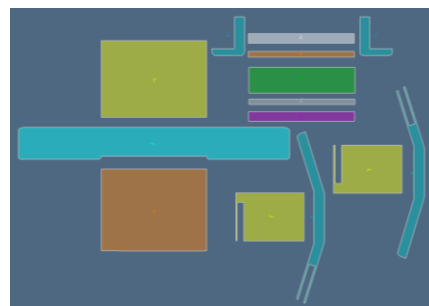
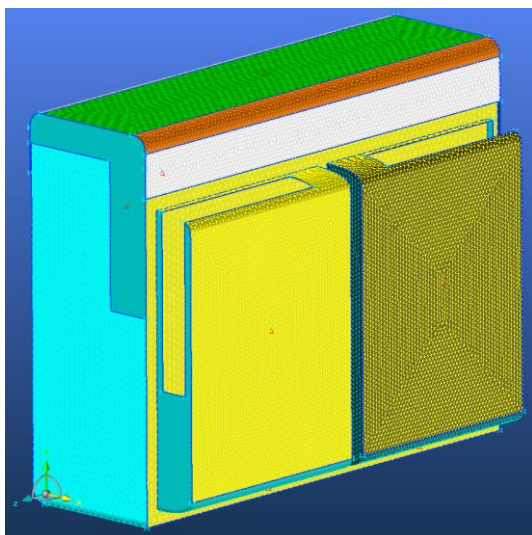
POTISK 3

**PŘÍLOHA III.: VARIANTY STŘIHOVÝCH DÍLŮ ODVOZENÉ Z  
MODELU FLEXA 1**

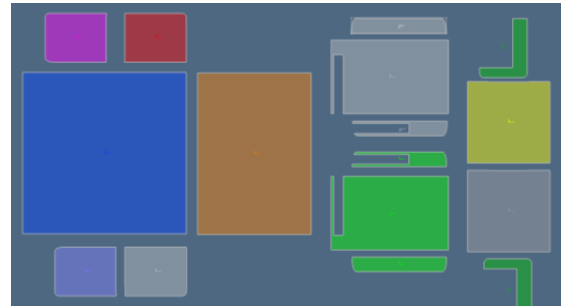
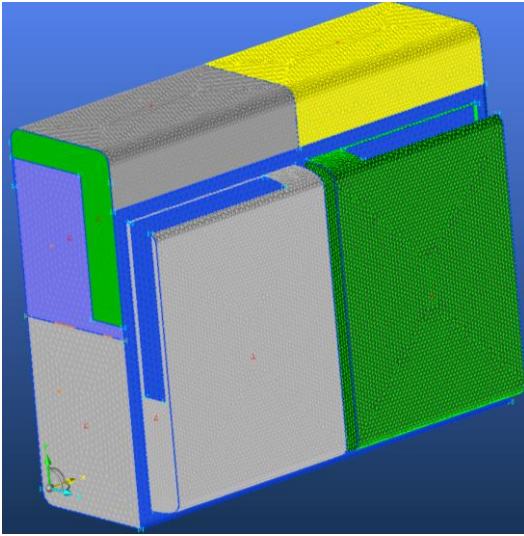
**FLEXA 1.1**



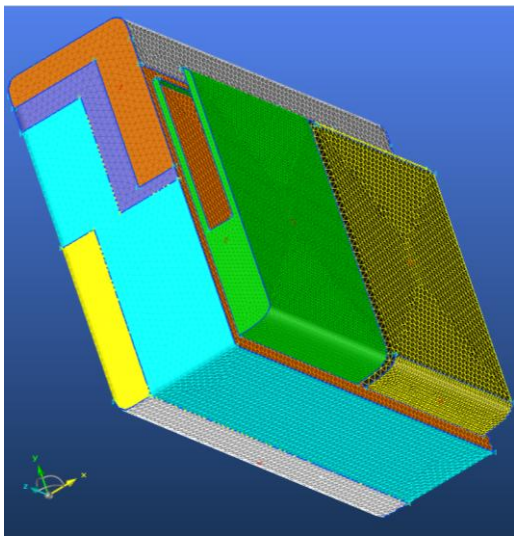
**FLEXA 1.2**



### FLEXA 1.3

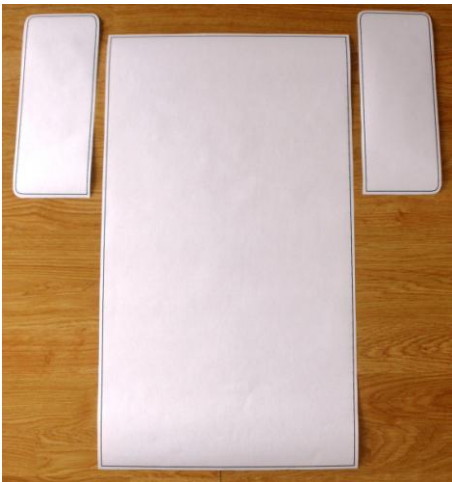
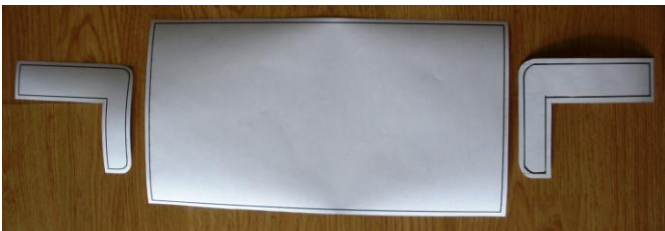
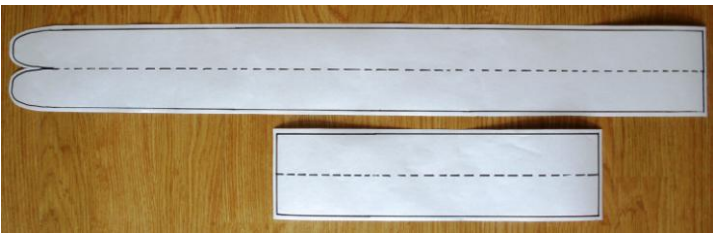
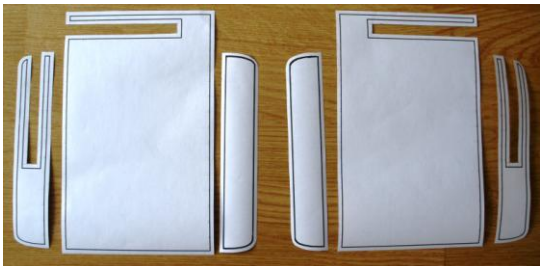


### FLEXA 1.4



**PŘÍLOHA IV.: STŘIHOVÉ DÍLY A FOTODOKUMENTACE PAPIROVÉHO MODELU (VARIANTA FLEXA 1.0)**

**Příprava stříhových dílů:** Přiložené vytisknuté díly jsou bez přídavků na švy. V následující tabulce jsou zobrazeny díly již vystřihnuté a s přídavky (5 mm).

ZKRATKY DÍLŮ:	STŘIHOVÉ DÍLY:
T1, T2, T3	
PO1, PO2, PO3	
PA1, PA2	
KP1, KP2, KP3 KL1, KL2, KL3	

**T** ... tělo tašky, **PO** ... poklop, **PA** ... pás, **KP** ... kapsa pravá, **KL** ... kapsa levá



***Hotový papírový model:***



***Papírový model s předlohami:***

